

**Guías de laboratorio y programación del sistema CIM
MPS500 para su uso en prácticas de métodos y tiempos
en la Fundación Universitaria Los Libertadores**

**Karen Andrea Arce Alarcón
Laura Natalia Morales Trujillo**

Fundación Universitaria Los Libertadores
Facultad de Ingeniería, Ingeniería Industrial
Bogotá, Colombia
2016

**Guías de laboratorio y programación del sistema CIM
MPS500 para su uso en prácticas de métodos y tiempos
en la Fundación Universitaria Los Libertadores**

**Karen Andrea Arce Alarcón
Laura Natalia Morales Trujillo**

Tesis o trabajo de grado presentada como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniero Industrial

Director:
Ms. Yony Pastrana Caballero
Ms. Nohra Milena López

Fundación Universitaria Los Libertadores
Facultad de Ingeniería, Ingeniería Industrial
Bogotá, Colombia
2016

Agradecimientos

Es de gran satisfacción poder entregar nuestro proyecto de grado, fruto de mucho esfuerzo y dedicación. Es por esto que queremos agradecer a todos los que contribuyeron en el desarrollo del presente, en especial al profesor Yony Pastrana Caballero por su dedicación, empeño y colaboración para que este proyecto fuera posible, por otro lado agradecemos también a la Ingeniera Marcela Rios, Coordinadora de los Laboratorios de la facultad por facilitarnos y poner a disposición el equipo y el laboratorio de Sistemas Integrados de Manufactura. De igual manera a la facultad de Ingeniería y al Ingeniero Helien Parra Riveros quien alimento nuestras esperanzas para que el presente fuera culminado.//

Para terminar agradecemos al equipo de audiovisuales de la Fundación Universitaria los libertadores, en especial a Francisco López quien contribuyó en la grabación y edición de todos los videos presentados.

Contenido

Agradecimientos	III
1. Introducción	1
2. Problema de Investigación	2
2.1. Descripción	2
2.2. Delimitación	2
2.3. Definición	2
2.4. Formulación del problema	3
3. Justificación	4
4. Objetivos	5
4.1. Objetivo General	5
4.2. Objetivos Específicos	5
5. Metodología	6
6. Marco Teórico	8
6.1. Ingeniería de Métodos y Tiempos	8
6.1.1. Evolución Histórica de la Ingeniería de Métodos y Tiempos	8
6.1.2. Definición de Ingeniería de Métodos y Tiempos	9
6.1.3. Objetivo de la Ingeniería de Métodos y Tiempos	9
6.1.4. Procedimiento para Realizar un Estudio de Métodos y Tiempos	9
6.1.5. Herramientas para un Estudio de Métodos y Tiempos	10
6.1.6. Método Parar y Observar	11
6.2. Sistema Integrado de Manufactura (CIM)	12
6.2.1. Ventajas del CIM	12
6.2.2. Descripción del CIM (403)	14
7. Desarrollo del Proyecto	17
7.1. Revisión Bibliográfica	17
7.2. Capacitación	18
7.3. Diagnostico	18
7.4. Identificación de conceptos	20

7.5. Diseño de situaciones	20
7.6. Elaboración de guías	23
8. Conclusiones y recomendaciones	25
8.1. Conclusiones	25
8.2. Recomendaciones	26
A. Anexo: Diagrama de Flujo del Proceso de las Estaciones del CIM	28
B. Anexo: Estándar de Procesos	29
C. Anexo: Videos de alistamiento	39
D. Anexo: Guías de Laboratorio del Alumno	40
E. Anexo: Guías de Laboratorio del Docente	58
F. Anexo: Opinión de los Estudiantes acerca de la práctica	79
Bibliografía	81

Lista de Figuras

6-1.	Simbología estándar para métodos y tiempos	10
6-2.	Estructura de los niveles del CIM	13
6-3.	CIM de los Libertadores	16
7-1.	Referecias bibliográficas en Mendeley	17
7-2.	Bus de datos para comunicación	19
7-3.	Algunas de las variables de la estación Distribución	22
7-4.	Árbol de proyecto de las tres programaciones propuestas	22
7-5.	Esquema general de programación de las estaciones	23

1. Introducción

El presente proyecto se desarrolló con el fin de realizar guías de prácticas de laboratorio aplicadas a la asignatura de Ingeniería de métodos y tiempos del programa de Ingeniería industrial. La necesidad surgió de observar el funcionamiento del sistema y querer optimizar los diferentes procesos de este, además de ampliar su uso que en el momento es limitado a los espacios académicos de Sistemas integrados de manufactura y automatización y robótica, mejorando el rendimiento de sus diferentes estaciones, brindando un material de aprendizaje para los estudiantes y docentes como una serie de guías de laboratorio.

Los sistemas integrados de manufactura permiten optimizar los campos de: marketing, producto diseño, planificación, compra, ingeniería de fabricación, automatización, almacenamiento, logística y gestión de la cadena de suministro, finanzas, gestión de la información y en las plantas de producción.

El presente trabajo se encargó en primer lugar de diagnosticar el sistema en general, así fueron visibles las demoras en operaciones innecesarias; en segundo lugar se crearon varias programaciones del sistema para optimizar el proceso en cada una de las estaciones y se diseñaron tres guías de laboratorio para estudiante y docente con diferentes programaciones del sistema.

El trabajo se realizó considerándose como un aporte a la Fundación Universitaria Los Libertadores para ampliar los conocimientos y aprovechar los recursos que brindan a los estudiantes en el área de ingeniería. Al final se construyeron un total de seis guías de laboratorio, tres para docente y tres para estudiantes. Esperamos sea de utilidad a los estudiantes y docentes de Ingeniería de métodos y tiempos de la Fundación Universitaria Los Libertadores.

2. Problema de Investigación

2.1. Descripción

En la actualidad la Fundación Universitaria Los Libertadores cuenta con un sistema integrado de manufactura (CIM) de referencia MPS500, suministrado por la empresa alemana FESTO. Como todos los sistemas integrados de manufactura, se caracteriza por la confluencia de distintas áreas de la ingeniería con el fin de hacer la producción más flexible y eficiente. La necesidad de personal capacitado en varias ingenierías causa que algunas áreas del conocimiento tiendan a desarrollarse más que otras según el docente a cargo del laboratorio.

En estos momentos, el mayor desarrollo con el sistema se realiza en el campo de la programación de PLCs y estructura de los CIM, sin embargo, otras áreas no menos importantes se han visto relegadas principalmente por la falta de guías de laboratorios y procedimientos que no dependan de la confluencia de los saberes indispensables en un solo docente. Dentro de esas áreas podemos mencionar modelado matemático de los procesos del sistema, estudio de métodos y tiempos en el sistema, diseño de sistemas de supervisión SCADA para la visualización y control del proceso, mejora de los métodos de transporte de materiales, redes industriales, simulación de procesos industriales, técnicas de control de calidad, entre otras.

2.2. Delimitación

En particular, en este proyecto se trabajó sobre el estudio de métodos y tiempos. Las guías generadas están diseñadas para ser implementadas en el programa de ingeniería industrial. Fue necesario contar con dos directores, uno enfocado hacia la programación del sistema (CIM), y el otro hacia el área de métodos y tiempos. Debido al tiempo del que se dispone en un curso regular de métodos y tiempos y a la disponibilidad del laboratorio, se plantearon tres escenarios distintos en cuanto a la programación de las máquinas y/o al proceso a realizar.

2.3. Definición

En la Fundación Universitaria Los Libertadores el sistema MPS 500 solo ha sido implementado en la realización de clases relacionadas con programación de PLCs y constitución del CIM. Adicionalmente, se pueden utilizar estos sistemas en el estudio de métodos y tiempos o en la implementación de laboratorios de automatización industrial. En Los Libertadores

no se han realizado estudios en el campo del análisis de métodos y tiempos en el proceso con que se entrega el sistema y su reprogramación para realizar prácticas de laboratorio sobre el tema.

2.4. Formulación del problema

Por todo lo anterior, se hizo necesario diseñar, desarrollar e implementar una serie de guías de laboratorios junto con programas predeterminados del CIM, con el fin de potenciar el laboratorio y estudiar el tema de métodos y tiempos. La existencia de los programas predeterminados asegura la posibilidad de realizar las prácticas independientemente del docente.

3. Justificación

En la actualidad el programa de ingeniería industrial de la Fundación Universitaria Los Libertadores, cuenta con un sistema CIM de la serie MPS 500 de la empresa FESTO. El sistema está ubicado en la sede Caldas, laboratorio 403 (Sistemas Integrados de Manufactura), y actualmente cuenta con las estaciones de distribución, verificación, ensamble robotizado, manipulación y clasificación; todas integradas por medio de una banda transportadora en configuración de carrusel. En estos momentos la mayoría del desarrollo con el sistema se realiza en el campo de la programación de PLC's y estructura de los CIM, en la materia sistemas integrados de manufactura. Este trabajo se realizó con el fin de elaborar guías de laboratorio y la programación del sistema CIM MPS500 para su aplicación en prácticas de tiempos en el programa de ingeniería industrial de la Fundación Universitaria Los Libertadores. La implementación de estas guías asegura la posibilidad de realizar las prácticas en la asignatura de Ingeniería de métodos y tiempos de Ingeniería Industrial con mayor desarrollo y con diferentes programaciones.

4. Objetivos

4.1. Objetivo General

Diseñar prácticas documentadas con su respectiva guía de laboratorio y la programación del sistema CIM MPS500 para su desarrollo y aplicación en prácticas de Ingeniería de métodos y tiempos en el programa de ingeniería industrial de la Fundación Universitaria Los Libertadores.

4.2. Objetivos Específicos

- Realizar la revisión bibliográfica de ingeniería de métodos y tiempos y de sistemas integrados de manufactura.
- Participar en las capacitaciones para el uso adecuado del sistema CIM y su programación.
- Elaborar un diagnóstico actual de la programación del sistema CIM MPS 500 y realizar una investigación previa del modelo, estructura y normatividad vigente de las guías de laboratorio de la Fundación Universitaria Los Libertadores.
- Identificar y comprender el contenido del syllabus de la materia métodos y tiempos para diseñar la temática a tratar en las guías de laboratorio por medio de la programación del sistema CIM.
- Diseñar tres configuraciones del sistema CIM y sus respectivas programaciones.
- Aplicar los conceptos de métodos y tiempos a las tres situaciones diseñadas y elaborar las guías para docente y alumnos.

5. Metodología

Para cumplir con los objetivos propuestos en este proyecto, el trabajo se dividirá en cinco fases, cada una de ellas con sus respectivas actividades como se muestra a continuación:

FASE 1: Revisión bibliográfica

- F1A** Consultar en bases de datos institucionales, textos e internet sobre temáticas de tiempos y su aplicación en los sistemas integrados de manufactura.
- F1B** Gestionar la información consultada por medio del software mendeley.
- F1C** Empleando el software TIA PORTAL V13 y con la asesoría de los directores del proyecto, afianzar los conceptos de programación de PLC's.

FASE 2: Capacitación

- F2A** Adquirir los conocimientos necesarios en programación de PLC's y robótica por medio de la asistencia al curso de sistemas integrados de manufactura.
- F2B** Ampliar los conocimientos en programación de PLC's y robótica por medio de la participación en el semillero de investigación de manufactura y automatización industrial.

FASE 3: Diagnostico

- F3A** En varias sesiones de trabajo y empleando manuales y planos, revisar el estado actual del sistema CIM y comprender las configuraciones mecánicas de sus dispositivos.
- F3B** Realizar una investigación previa del modelo, estructura y normatividad vigente para diseñar guías de laboratorio de la Fundación Universitaria Los Libertadores.

FASE 4: Identificación de conceptos

- F4A** Indagar el syllabus de métodos y tiempos las temáticas que podrían ser desarrolladas con un sistema CIM como el de la Fundación Universitaria Los Libertadores.
- F4B** Teniendo en cuenta los conceptos determinados en la actividad anterior y la capacidad del sistema CIM, seleccionar los conceptos a desarrollar en las guías de laboratorio.

FASE 5: Diseño de situaciones

- F5A** Realizar una lluvia de ideas para ver las posibles reconfiguraciones del sistema CIM que permitan evaluar los conceptos bajo estudio.
- F5B** Empleando el programa Microsoft Visio se realizará un diagrama de flujo del proceso para cada una de las estaciones.
- F5C** Usando el software TIA PORTAL V13 se creará un proyecto, ubicando en el los sensores y actuadores de las máquinas y la respectiva programación.

FASE 6: Elaboración de guías

- F6A** Por medio de la observación del proceso realizar el levantamiento de la información de este.
- F6B** Utilizando el cronometro y la operación anterior, se realizará la toma de tiempos respectiva a cada una de las tres reprogramaciones.
- F6C** Con la información obtenida, se realizarán los diagramas de operaciones de proceso, proceso operativo, proceso producto y diagrama de recorrido para cada una de las reprogramaciones.
- F6D** Teniendo en cuenta los diagramas del proceso actual, se realizarán las mejoras respectivas a cada uno de los procesos y los diagramas mejorados.
- F6E** Con base en la experiencia de laboratorio anterior, se diseñaran y elaboraran las guías de laboratorio para docente y alumnos. Se redacta el trabajo final.

6. Marco Teórico

6.1. Ingeniería de Métodos y Tiempos

6.1.1. Evolución Histórica de la Ingeniería de Métodos y Tiempos

En 1760, un ingeniero francés, Jean Rodolphe Perronet, llevó a cabo amplios estudios de tiempos acerca de la fabricación de alfileres comunes, hasta llegar al estándar de 494 piezas por hora. Sesenta años después el economista inglés Charles Babbage hizo estudios de tiempos en relación con los alfileres comunes No. 11, y como resultado determinó que una libra de alfileres (5546 piezas) debía fabricarse en 7.6892 horas. A principios del siglo XX, Frederyck Winslow Taylor empezó su trabajo en el estudio de tiempos, cuando trabajaba en la Midvale Steel Company. Después desarrolló un sistema basado en el concepto de tarea. En este Taylor proponía que en la administración de una empresa debía encargarse de planear el trabajo de cada empleado por lo menos con un día de anticipación, y que cada hombre debía recibir instrucciones por escrito que describieron su tarea en detalle y le indicarán además los medios que debía usar para efectuarla. Cada trabajo debía tener un tiempo estándar fijado después de que se hubieran realizado los estudios de tiempos necesarios por expertos. Este tiempo tenía que estar basado en las posibilidades de trabajo de un operario altamente calificado, quien después de haber recibido instrucción, fuera capaz de ejecutar el trabajo con regularidad. En el proceso de fijación de tiempos, Taylor recomendaba dividir la asignación del trabajo en pequeñas porciones llamadas elementos. Estos se medían individualmente y el conjunto de sus valores se empleaba para determinar el tiempo total asignado a la tarea. En la mayor parte de los casos se refieren a una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo y así poder reducir el costo por unidad (Maynard, 1960)

Después, Frank Gilbreth y su esposa Lilian desarrollaron la técnica moderna del estudio de métodos y tiempos, que puede definirse como el estudio de los movimientos del cuerpo humano cuando se realiza una operación, para mejorarla mediante la eliminación de movimientos que no son necesarios, la simplificación de los necesarios y el establecimiento de la secuencia de movimientos más beneficioso para lograr una eficiencia máxima. Se le debe a los Gilbreth que la industria haya reconocido la importancia de la ingeniería de métodos y tiempos para aumentar la producción, capacitar a los operarios, y reducir la fatiga. Hoy en día la Ingeniería de Métodos implica trabajo de análisis en dos momentos de la historia de un producto, inicialmente lo relacionado a los puestos de trabajo y después el análisis de estos

misimos en donde se busca la mejor forma de realizar dicho trabajo (Niegel and Freivalds, 2004).

6.1.2. Definición de Ingeniería de Métodos y Tiempos

Por medio del estudio de métodos y tiempos se pueden determinar los tiempos estándar que requiere un proceso o una serie de procesos, tomando en cuenta las demoras por parte del personal, fatiga y demoras extras que se puedan generar al cabo del proceso. La ingeniería de métodos permite analizar el proceso para detectar las operaciones que generen retrasos en la producción y poder mejorar la eficiencia al máximo, esto para lograr producir más en menos tiempos y con menores costos, además de mejorar la eficiencia en las estaciones de trabajo (Morales, 2015).

6.1.3. Objetivo de la Ingeniería de Métodos y Tiempos

- Eliminar los movimientos inútiles.
- Simplificar al máximo los movimientos necesarios para la operación.
- Determinar los tiempos promedios que requiere un empleado para realizar una tarea específica y reducirlos.
- Reducir la fatiga y aumentar la productividad.
- Diseños de las tareas y los cargos.
- Lograr la uniformidad de los productos, insumos, procesos, y minimización de costos.
- Calcular la capacidad disponible.
- Planificar la necesidad de mano de obra para la producción.

6.1.4. Procedimiento para Realizar un Estudio de Métodos y Tiempos

- Seleccionar el proceso objetivo.
- Registrar los datos necesarios relativos al proceso.
- Analizar críticamente los datos registrados asegurándose de eliminar las operaciones improductivas.
- Medir el tiempo realizado en cada trabajo.
- Hallar el tiempo estándar de la operación, teniendo en cuenta suplementos.
- Definir las actividades a las que corresponde el tiempo medido.
- Aplicar mejoras objetivas (Neira).

6.1.5. Herramientas para un Estudio de Métodos y Tiempos

Para los diferentes diagramas a realizar, se utilizan una serie de símbolos estándar establecidos por la American Society Engineers, estas representaciones son mostradas en la figura 6-1









	Operación	Son las etapas más importantes de un proceso, esta se refiere a un verbo, una actividad, la realización de algo.
	Inspección	En esta, se verifica si una operación se realizó de acuerdo a los parámetros correspondientes como tamaño forma y más específicamente su calidad.
	Transporte	Esta operación se refiere a un traslado de un producto, persona, materia prima, entre otras de un lugar a otro mayor a 1 metro
	Demora	Este símbolo indica un retraso en una operación, una espera, esta suele no ser parte del trabajo, es decir, es tomada como una interrupción, y es considerada como una de las operaciones que se deben eliminar o reducir al máximo.
	Actividades Combinadas	Estos dos símbolos indican que se están realizando dos actividades al mismo tiempo, es decir, que estas dos actividades se están realizando al tiempo, por el mismo operario en una misma área. En este caso, estas dos actividades son una inspección y una operación.
	Almacenamiento	Esta actividad nos indica que un producto se encuentra en un área específica sin que se le realice ninguna operación, inspección o transporte.
	Crear un registro	Se refiere a la creación de un nuevo registro o planilla con nuevas características.
	Diligenciar un registro	Esta actividad se utiliza cuando se va a modificar un registro o planilla que ya está creada.

Figura 6-1.: Simbología estándar para métodos y tiempos

Diagrama de Recorrido

También llamado diagrama de trayectorias o desplazamientos, este diagrama consta de un plano a escala de la planta con todos los puestos de trabajo, equipos y máquinas. Sobre él se dibuja un flujo de las trayectorias y operaciones que se realizan durante el proceso. Este diagrama muestra el camino recorrido por un componente durante el proceso, cada trayectoria se traza sobre la disposición física de la planta, así se puede observar con más facilidad el tráfico cruzado, regresos, recorridos en distancia y procedimiento. (Meyers)

Diagrama de Proceso de Hombre

Representa por separado las operaciones que realiza el hombre durante el proceso. Es una ayuda valiosa para observar detalladamente los movimientos de las personas. Abarca los encargados de todas las áreas del proceso productivo como las siguientes:

- Personal encargado de maquinas.
- Personal de mantenimiento.
- Personal de almacenamiento de materias primas.
- Personal de almacenamiento de producto terminado.
- Personal encargado de manejo de materiales.
- Personal de la línea de producción.
- Cualquier actividad que se realice en determinada área.

Diagrama de un Proceso Productivo

Este diagrama permite observar de forma gráfica la secuencia de actividades por separado de un proceso, pero ya no por parte de la persona sino los movimientos del producto como tal. De igual manera que el anterior, nos permite observar ampliamente los cambios que se pueden realizar en un proceso determinado y así mismo presentar un diagrama actual y uno mejorado que nos detalla la representación de las mejoras.

6.1.6. Método Parar y Observar

Actualmente los cronómetros juegan un papel importante en los estudios de tiempos, pero para utilizarse se deberá saber si el tiempo a determinar será para una nueva labor, o bien, para un trabajo ya existente. La productividad se conoce por las horas-hombre trabajadas, es decir, eliminar el mal uso o desperdicio de cualquiera de los recursos y de tiempo logrando esto con los nuevos métodos y técnicas existentes. Se podría decir que la productividad depende de dos factores importantes:

1. Factores técnicos
2. Factor humano

Ambos factores deberán estar interrelacionados, ya que el buen desempeño de un empleado puede ser afectado por los factores técnicos o viceversa.

Cuando hablamos de tiempos para obtener una mayor productividad, nos referimos a un estudio con el objeto de determinar el tiempo requerido por una persona calificada o entrenada trabajando a una marcha normal para realizar un trabajo específico. Este resultado nos indica por lo general el tiempo en minutos. Para entender los estudios de tiempos por el método de parar y observar, deberán tenerse claros los siguientes conceptos:

Tc: Tiempo de ciclo, que se calcula sumando carga, maquinado y descarga.

Tn: Tiempo normal, que es el tiempo que emplea una persona para realizar un trabajo a ritmo normal y se calcula de la siguiente manera: Tiempo normal = media de los tiempos \times factor de calificación (Janania, 2008)

6.2. Sistema Integrado de Manufactura (CIM)

Consiste en un sistema productivo altamente automatizado en el cual todos los procesos funcionan bajo el control de una computadora o servidor central, conformado por múltiples niveles enlazados por medio de un flujo constante de información digital y diseñado con el propósito de minimizar los gastos y maximizar las ganancias (Groover, 1985).

6.2.1. Ventajas del CIM

En nuestro diario vivir encontramos la necesidad de mejorar constantemente, los sistemas integrados por manufactura nos permite tener mecanismos para identificar varias fallas y hacerlo más eficiente, todo el proceso es controlado por una computadora basada en entradas en tiempo real desde sensores, CIM nos permite:

- Mejoras en el servicio a los clientes
- Mejoras en la calidad del producto Menores tiempos de proceso
- Menores tiempos de entrega de proveedores (JT)
- Menores tiempos de entrega a los clientes
- Mejoras en el rendimiento de los programas
- Menor tiempo en la introducción en el mercado de nuevos productos
- Mayor flexibilidad y capacidad de respuesta
- Mejoras en la productividad
- Mejor grado de ocupación de la maquinaria
- Significativa reducción de los inventarios

Hay una jerarquía de niveles de control en los ambientes manufactureros, se denomina la pirámide CIM, esta nos permite ver el más alto nivel en la cual hay cinco niveles principales que se detallan a continuación en la figura 6-2.

Nivel de controlador de Planta

Es el más alto nivel de la jerarquía de control, es representado por la(s) computadora(s) central(es) (mainframes) de la planta que realiza las funciones corporativas como: administración de recursos y planeación general de la planta. Nivel de controlador de área Es

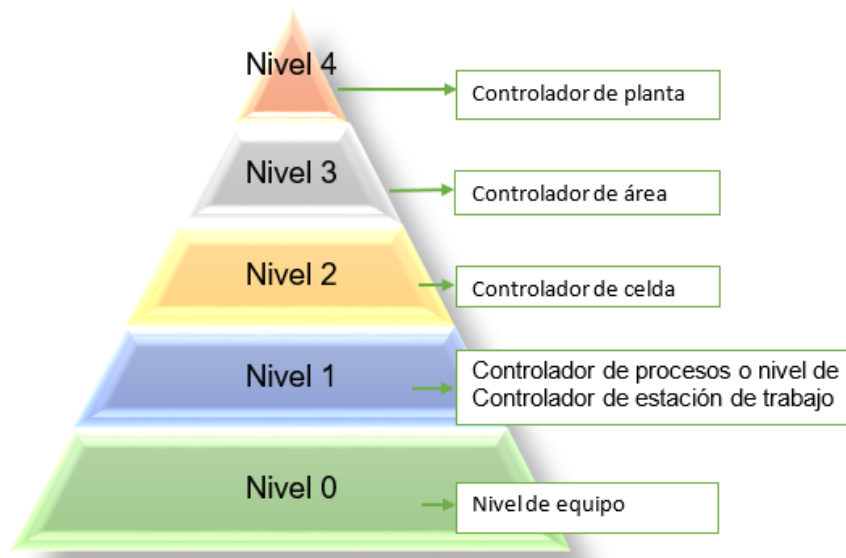


Figura 6-2.: Estructura de los niveles del CIM. Fuente (Groover, 1985)

representado por las computadoras (minicomputadoras) de control de las operaciones de la producción. Es responsable de la coordinación y programación de las actividades de las celdas de manufactura, así como de la entrada y salida de material. Conectada a las computadoras centrales se encuentra(n) la(s) computador(as) de análisis y diseño de ingeniería donde se realizan tareas como diseño del producto, análisis y prueba. Adicionalmente, este nivel realiza funciones de planeación asistida por computadora (CAP, por sus siglas en inglés), diseño asistido por computadora (CAD, por sus siglas en inglés) y planeación de requerimientos de materiales (MRP, por sus siglas en inglés).

Nivel de Controlador de área

Es representado por las computadoras (minicomputadoras) de control de las operaciones de la producción. Es responsable de la coordinación y programación de las actividades de las celdas de manufactura, así como de la entrada y salida de material. Conectada a las computadoras centrales se encuentra(n) la(s) computador(as) de análisis y diseño de ingeniería donde se realizan tareas como diseño del producto, análisis y prueba. Adicionalmente, este nivel realiza funciones de planeación asistida por computadora (CAP, por sus siglas en inglés), diseño asistido por computadora (CAD, por sus siglas en inglés) y planeación de requerimientos de materiales (MRP, por sus siglas en inglés).

Nivel de Controlador de Celda

La función de este nivel implica la programación de las órdenes de manufactura y coordinación de todas las actividades dentro de una celda integrada de manufactura. Es representado por las computadoras (minicomputadoras, PCs y/o estaciones de trabajo). En general, rea-

liza la secuencia y control de los controladores de equipo. Nivel de controlador de procesos o nivel de controlador de estación de trabajo Incluye los controladores de equipo, los cuales permiten automatizar el funcionamiento de las máquinas. Entre estos se encuentran los controladores de robots, controles lógicos programables (PLCs), CNCs, y microcomputadores, los cuales habilitan a las máquinas a comunicarse con los demás (incluso en el mismo nivel) niveles jerárquicos.

Nivel de controlador de procesos

Incluye los controladores de equipo, los cuales permiten automatizar el funcionamiento de las máquinas. Entre estos se encuentran los controladores de robots, controles lógicos programables (PLCs), CNCs, y microcomputadores, los cuales habilitan a las máquinas a comunicarse con los demás (incluso en el mismo nivel) niveles jerárquicos.

Nivel de Equipo

Es el más bajo nivel de la jerarquía, está representado por los dispositivos que ejecutan los comandos de control del nivel próximo superior. Estos dispositivos son los actuadores, relevadores, manejadores, switches y válvulas que se encuentra directamente sobre el equipo de producción. De una manera más general se considera a la maquinaria y equipo de producción como representativos de este nivel.

6.2.2. Descripción del CIM (403)

La Fundación Universitaria Los Libertadores cuenta con un sistema integrado de manufactura (CIM) de referencia MPS500, suministrado por la empresa alemana FESTO, este sistema cuenta con diferentes estaciones, a continuación podemos observar los datos técnicos de cada una de las estaciones:

El hardware que se utiliza es PLC's S7-1500 de SIEMENS. Las estaciones flexibles de manufactura FESTO son:

Estación Distributing: Separa piezas. Hay hasta ocho piezas en el tubo del almacén de apilado. Un cilindro de doble efecto expulsa las piezas individualmente. El módulo Cambiador sujeta la pieza separada por medio de una ventosa. El brazo del cambiador, que es accionado por un actuador giratorio, transporta la pieza al punto de transferencia de la estación posterior.

Estación Testing: Detecta las diversas propiedades de las piezas que trata. Distingue las piezas con la ayuda de un sensor óptico y un sensor capacitivo. Un sensor de retro-reflexión supervisa si el espacio operativo está libre después de que la pieza haya sido elevada por un cilindro lineal. Un sensor analógico mide la altura de la pieza. Un cilindro lineal guía las piezas correctas hacia la estación siguiente, a través de la rampa

con colchón de aire. Las piezas defectuosas son rechazadas a través de la rampa de aire inferior.

Estación Robot: Este nivel de ampliación, creado como introducción a la robótica industrial, se basa en la versión estándar de la estación de robot MPS® y los dos módulos manipulación robotizada y montaje robotizado. La estación precedente suministra al robot los cuerpos básicos del cilindro neumático que va a montarse a través de un plano inclinado. El robot determina la orientación de los cuerpos básicos y los coloca en el soporte de montaje en la posición correcta. Toma el émbolo de la paleta y lo monta en el cuerpo básico. Los almacenes controlados le suministran al robot los muelles de émbolo y las culatas. El cilindro neumático montado se coloca en un plano inclinado.

Estación Assembly: Trabaja conjuntamente con la estación con robot. Suministra los componentes del cilindro para el proceso de montaje: Un cilindro de doble efecto extrae la culata del cilindro del almacén. Los émbolos se hallan en un pallet. Un cilindro de doble efecto empuja el muelle sacándolo del almacén.

Estación Handling: Está equipada con un manipulador flexible de dos ejes. Las piezas insertadas en el soporte son detectadas por un sensor de reflexión directa. El dispositivo manipulador toma la pieza de allí con la ayuda de una pinza neumática. La pinza está dotada de un sensor óptico que distingue entre piezas "negras" y "no negras". Las piezas pueden colocarse en diferentes rampas según este criterio. Pueden definirse otros criterios de clasificación si la estación se combina con otras estaciones. Las piezas también pueden transferirse a la estación siguiente.

Estación Sorting: Clasifica las piezas en tres rampas. Las piezas situadas al principio del transportador son detectadas por un sensor de reflexión directa. Los sensores antes del tope detectan las características de la pieza (negra, roja, metálica). Los desviadores clasificadores, accionados por cilindros de carrera corta, permiten dirigir las piezas a las rampas adecuadas. Un sensor de retro reflexión detecta el nivel de llenado de las rampas.

La figura 6-3 muestra una imagen completa del sistema.

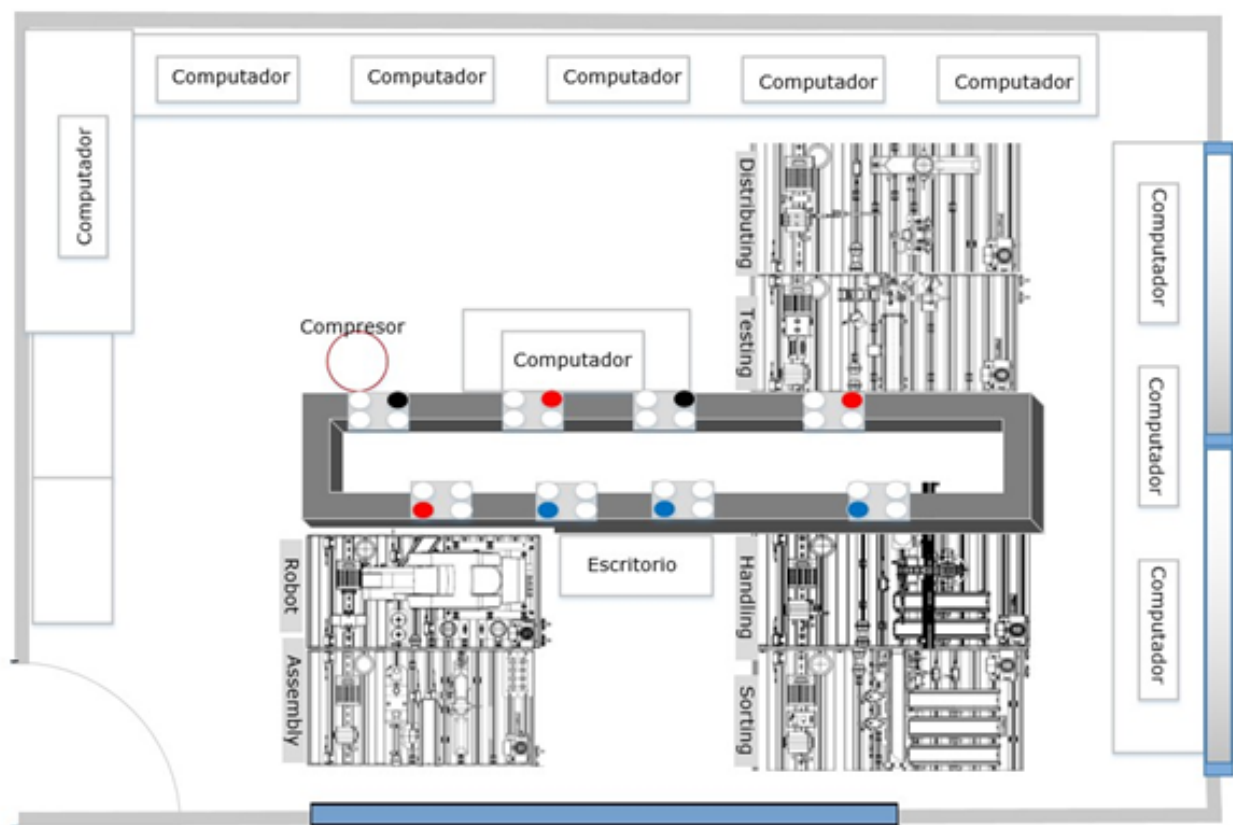


Figura 6-3.: Sistema Integrado de Manufactura de la Fundación Universitaria Los Libertadores

7. Desarrollo del Proyecto

Para el desarrollo del proyecto se fueron realizando cada una de las fases planteadas en el anteproyecto. La primera fase corresponde a la revisión bibliográfica.

7.1. Revisión Bibliográfica

La revisión bibliográfica se realizó empleando como fuentes la biblioteca, bases de datos institucionales e internet. El material encontrado se organizó por medio del gestor bibliográfico Mendeley, el cual es una aplicación libre que permite ordenar las fuentes y generar la bibliografía para el trabajo final (Mendeley, 2016).

Durante el desarrollo del Semillero de Automatización Industrial (MAIN), se realizaron sesiones sobre el uso adecuado de Mendeley. Al final se obtuvo la base de referencias bibliográficas organizadas, las cuales podían ser exportadas a Word o a Latex. La figura 7-1 muestra un ejemplo del trabajo realizado.

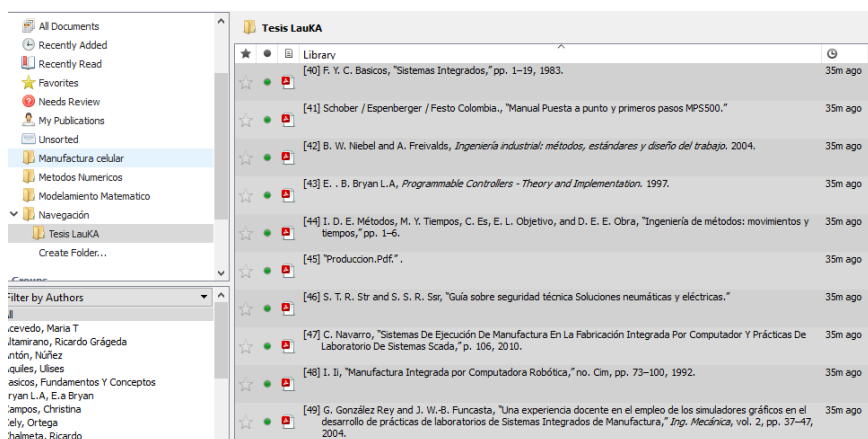


Figura 7-1.: Referencias bibliográficas en Mendeley

Por otro lado el software TIA PORTAL V13 (Totally Integrate Automation) es una herramienta que permite llevar a cabo todas las tareas necesarias para la programación de PLC's (Controladores lógicos programables). Este software trabaja por medio de proyectos en lugar de archivos, esta característica es fundamental tenerla en cuenta a la hora de utilizarlo.

7.2. Capacitación

Las capacitaciones se realizaron en dos etapas, la primera consistió en matricular el curso electivo de Sistemas Integrados de Manufactura con uno de los directores del proyecto y la segunda en realizar una capacitación directamente con la empresa FESTO.

Durante las clases de Sistemas Integrados de Manufactura se adquirieron conocimientos fundamentales en neumática, sistemas electro-neumáticos y programación de PLC's empleando el software TIA PORTAL. Estos conocimientos permitieron realizar el reconocimiento y diagnostico del sistema.

La capacitación con FESTO estuvo centrada en el manejo del lenguaje de programación SCL (Structured Control Language) empleando TIA PORTAL, este lenguaje permite la programación de las estaciones del CIM de una manera rápida y eficiente. Una característica importante del SCL y que resulta fundamental para el presente trabajo es la capacidad de relacionar fácilmente los movimientos requeridos en Ingeniería de Métodos y Tiempos con los pasos de programación, abriendo incluso la posibilidad de utilizar los temporizadores del PLC con el fin de determinar los tiempos de cada movimiento.

Adicionalmente y en torno al trabajo de grado se creó el semillero de Manufactura y Automatización Industrial (MAIN) este semillero se institucionalizo a inicios del 2015, el cual permitió mejorar las habilidades investigativas de sus integrantes y conocer nuevas herramientas que no se emplean normalmente en un curso lectivo.

7.3. Diagnostico

Se adquirió por parte de los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería los manuales correspondientes a cada una de las estaciones del sistema MPS500, los cuales contienen información técnica, mecánica, planos, manual de uso, entre otras (Penin, 2003a,b, 2013, 2003c,d,e, b,c,d,j,k) esto permitió comprender las configuraciones mecánicas, eléctricas y neumáticas de las estaciones de trabajo.

Posteriormente se realizó el diagnóstico inicial de la programación existente en el Laboratorio comprobando que las estaciones Distributing y Testing tenían múltiples errores de comunicación y programación. Para solucionar el problema de comunicación se sugiere la implementación de un bus de datos que facilite el intercambio de información bidireccional entre dichas estaciones. En la figura 7-2 se aprecia la forma correcta de conectar las estaciones por medio del bus de datos, **es importante tener en cuenta que no se puede emplear cualquier bus de datos ya que las entradas I1.5 de las estaciones están normalmente conectadas a 24VDC y el empleo de un conector normal implicaría un corto circuito.**



Figura 7-2.: Ubicación del bus de datos para las estaciones Distributing y Testing. Observe detalladamente la ubicación de las pestañas de los conectores

Un aspecto importante que se encontró a trabajar en el Sistema Integrado de Manufactura es que previo a su uso todos los sistemas deben ser calibrados adecuadamente. La calibración debe realizarse en los sensores, actuadores y presiones de trabajo del sistema.

El problema en la programación se solucionó analizándola y reprogramando los pasos que fueran necesarios para corregir los errores presentados por las máquinas. Adicionalmente se observó que la programación existente no generaba suficientes ayudas visuales para el usuario, por esto se decidió crear alertas en el panel de control y sugerencias con ayuda de los LEDS de cada pulsador.

En cuanto a el modelo para guías de laboratorio, al no existir un formato en la Facultad de Ingeniería, se realizó una consulta en los diferentes departamentos de la Fundación involucrados en la realización de prácticas de laboratorio y el personal encargado de publicidad. Como resultado se encontró que no existe ninguna plantilla establecida oficialmente, por dicho motivo se optó por utilizar el formato de guías empleado en el programa de Ingeniería Industrial por parte de los docentes.

7.4. Identificación de conceptos

Analizando el desarrollo de la asignatura de Ingeniería de métodos y tiempos se identificó que este espacio académico no cuenta con prácticas de laboratorio establecidas. Sin embargo el syllabus de la asignatura trata temáticas que pueden ser desarrolladas en el Sistema Integrado de Manufactura como son: estudio de movimientos fundamentales y cronometría. Por otro lado es necesario tener en cuenta el tiempo disponible para el desarrollo de la asignatura y la disponibilidad del laboratorio de Sistemas Integrados de Manufactura. Por tal motivo se decide desarrollar únicamente tres escenarios distintos en cuanto a la programación de las máquinas y los procesos a analizar. Los conceptos a desarrollar se pueden dividir por temáticas individuales necesarias para desarrollar los pilares básicos de Ingeniería de Métodos y Tiempos como lo son:

1. Análisis del proceso, operaciones de proceso y proceso operativo.
2. Recorrido del proceso.
3. Toma de tiempos, hoja de observaciones para el estudio de tiempos, método parar y observar.

7.5. Diseño de situaciones

Una vez identificados los conceptos a desarrollar en las guías de laboratorio se procedió a realizar una lluvia de ideas sobre las posibles configuraciones que se podían trabajar en el Sistema Integrado de Manufactura y que permitieran evaluar estos conceptos.

Realizando una consulta preliminar con diferentes docentes del espacio académico, se pudo concluir que para el desarrollo de las guías los conceptos a aplicar no abarcan el diagrama de operaciones de proceso, este diagrama representa un pilar importante dentro del desarrollo del espacio académico, sin embargo no requiere ser estudiado en una práctica de laboratorio por lo cual primó la hoja de observaciones para el estudio de tiempos – método parar y observar, ya que este abarca más conceptos para el estudio dentro del laboratorio.

Una vez analizado el ciclo de funcionamiento original del Sistema Integrado de Manufactura y por facilidad para los estudiantes y monitores a la hora de cambiar las configuraciones a trabajar en las guías de laboratorio, se decidió que dichas configuraciones serían determinadas por la posición de las llaves (horizontal o vertical) utilizadas en las estaciones Testing y Handling y por el uso o no del brazo robótico (automático o manual). En total esto nos provee un total de ocho configuraciones posibles para la operación del CIM, las configuraciones se muestran en la tabla **7-1**:

Se decidió trabajar con tres guías, la guía 1 desarrolla el levantamiento de la información y los diagramas de flujo de proceso operativo y proceso producto, la guía 2 desarrolla el

ESTACIONES	COMBINACIONES							
	1	2	3	4	5	6	7	8
DISTRIBUTING	-	-	-	-	-	-	-	-
TESTING	Horizontal	Horizontal	Vertical	Vertical	Horizontal	Horizontal	Vertical	Vertical
ROBOT	Automatico	Manual	Manual	Automatico	Manual	Automatico	Automatico	Manual
HANDLING	Horizontal	Horizontal	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Horizontal	Horizontal
SORTING	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 7-1.: Configuraciones posibles del CIM

diagrama de recorrido del proceso y la guía 3 desarrolla el *método de parar y observar* y la hoja de calculo para la toma de tiempos.

Teniendo en cuenta el tiempo de procesamiento en cada una de las configuraciones de la tabla **7-1**, se seleccionó la configuración número seis para el desarrollo de la guía 1, la número siete para el desarrollo de la guía 2 y la número tres para el desarrollo de la guía 3.

El funcionamiento de las estaciones Testing y Handling depende de la posición de la llave en el panel de control de la siguiente manera:

Estación Testing: cuando la llave se encuentra en posición horizontal, las piezas negras son rechazadas por el sensor de altura y cuando la llave se encuentra en posición vertical las piezas negras son rechazadas por el sensor óptico, la primera opción llevara más tiempo que la segunda.

Estación Handling: cuando la llave se encuentra en posición horizontal la estación procesa las piezas negras y las transporta hacia la estación Sorting; cuando la llave se encuentra en posición vertical rechaza las piezas negras depositándolas en un contenedor. En la primera configuración la estación Sorting deberá encargarse de clasificar las tres piezas.

En la estación Robot se puede decidir si utilizarlo o no, simplemente apagando la fuente de voltaje. Cuando el ciclo es automático el brazo robótico recoge la pieza y la ensambla, posteriormente la deposita en el palet y cuando el ciclo es manual, un operario es el encargado de realizar el ensamble y depositar la pieza en el palet.

Posteriormente se empleó el programa Microsoft Visio para la realización de un diagrama de flujo de todo el proceso que incorpora cada una de las estaciones del CIM en forma general (ver Anexo A).

Se creó un proyecto en TIA PORTAL V13 en donde inicialmente se ubicaron las variables de entrada y salida de todas las estaciones a programar, en la figura **7-3** se aprecia la declaración de algunas variables de la estación Distribución, en las demás estaciones se realizó de forma similar.

Posteriormente se realizó la programación para las estaciones Distributing, Testing, Handling, Sorting y Banda acorde con las configuraciones mencionadas anteriormente. La figura **7-4** muestra el arbol de proyectos de las programaciones finalizadas

La programación de las estaciones se realizó siguiendo el mismo esquema para todas (Ver figura **7-5**). Se utilizaron dos bloques de organización (OB), el Startup se encarga de establecer las condiciones iniciales para cada estación; el bloque principal esta encargado de

	Nombre	Tabla de variables	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Visibl...	Acces...	Comentario
1	PISTON_AFUERA	Tabla de variabl...	Bool	%I0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1: PISTON AFUERA
2	PISTON_ADENTRO	Tabla de variables e..	Bool	%I0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1: PISTON ADENTRO
3	VACIO_OK	Tabla de variables e..	Bool	%I0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1: EL VACIO ES CORRECTO
4	BRAZO_IZQ_SEN	Tabla de variables e..	Bool	%I0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1: BRAZO ESTA A IZQUIERDA
5	BRAZO_DER_SEN	Tabla de variables e..	Bool	%I0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1: BRAZO ESTA A DERECHA
6	PART_AV	Tabla de variables e..	Bool	%I0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0: PIEZA DISPONIBLE
7	IR_EST_SIGUIENTE	Tabla de variables e..	Bool	%I0.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Señal de estación posterior
8	B_START	Tabla de variables e..	Bool	%I1.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1: PULSADO
9	B_STOP	Tabla de variables e..	Bool	%I1.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0: PULSADO
10	B_RESET	Tabla de variables e..	Bool	%I1.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1: PULSADO
11	PISTON	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1: ENTRA PISTON
12	VACIO	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1: SUCCIONA PIEZA
13	EXPULSA	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1: EXPULSA PIEZA
14	GIRA_IZQ	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1: MUEVE BRAZO A IZQUIERDA
15	GIRA_DER	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1: MUEVE BRAZO A DERECHA
16	LED_START	Tabla de variables e..	Bool	%Q1.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1: ENCIENDE
17	LED_RESET	Tabla de variables e..	Bool	%Q1.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1: ENCIENDE
18	LED_Q1	Tabla de variables e..	Bool	%Q1.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1: ENCIENDE
19	LED_Q2	Tabla de variables e..	Bool	%Q1.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1: ENCIENDE
20	Paso_start	Tabla de variables e..	Int	%MW0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	PASOS PARA EL PROG. START
21	Auto_Man	Tabla de variables e..	Bool	%I1.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1: AUTOMATICO
22	Paso_reset	Tabla de variables e..	Int	%MW2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	PASOS PARA EL PROG. RESET
23	M_START	Tabla de variables e..	Bool	%M11.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1: EL PROGRAMA START DEBE TRABAJAR
24	M_RESET	Tabla de variables e..	Bool	%M11.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1: EL PROGRAMA RESET DEBE TRABAJAR
25	M_STOP	Tabla de variables e..	Bool	%M11.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1: EL PROGRAMA STOP DEBE TRABAJAR

Figura 7-3.: Algunas de las variables de la estación Distribución

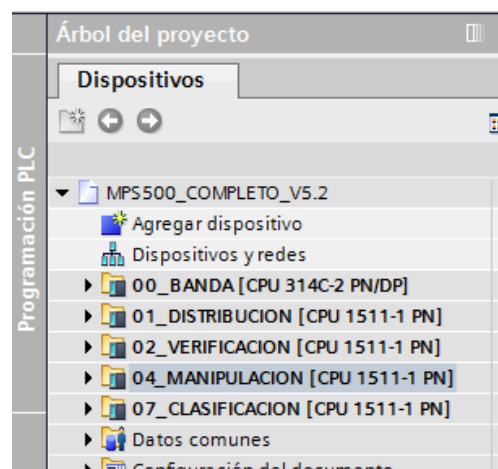


Figura 7-4.: Árbol de proyecto de las tres programaciones propuestas

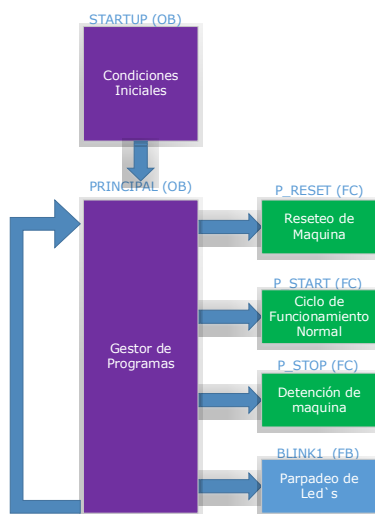


Figura 7-5.: Esquema general de programación de las estaciones

gestionar los diferentes programas que se activan al presionar cada uno de los botones del panel de control de la estación. Los programas contenidos en las funciones (FC) se encargan del funcionamiento de la máquina en los ciclos Start, Reset o Stop según el botón presionado. Por último existe un bloque funcional (FB) encargado del parpadeo de los LEDS para dar indicaciones al operario.

7.6. Elaboración de guías

Para cada una de las situaciones estudiadas se desarrollo una guía de estudiante y na guía de docente. En las guías del docente se podrá observar el desarrollo completo de la práctica de laboratorio, esto con el fin de orientar al docente en cuanto a las conclusiones a las que deben llegar sus estudiantes y la forma de resolver la guía de laboratorio.

Para verificar la correcta aplicación de las guías de laboratorio elaboradas, se realizó una prueba piloto en el Laboratorio 403 con un grupo de estudiantes de Ingeniería de Métodos y Tiempos, utilizando la guía No. 3. Esta prueba permitió analizar mejoras en la formulación de la guía además de analizar factores importantes que son necesarios al momento del desarrollo de la practica como lo son:

Necesidad de un video de funcionamiento de las secuencias: Este video permitirá que los estudiantes previos a la práctica conozcan el funcionamiento del sistema y de la secuencia asignada a la práctica. Esta preparación permite agilizar el reconocimiento del sistema y la toma de tiempos.

Necesidad de un video estándar del proceso: Este video será fundamental al momento de implementar las prácticas dentro del espacio académico ya que contiene los pasos a

seguir para el alistamiento del sistema en general, se sugiere con el fin de prestar una solución óptima a aquellos monitores que no posean los conocimientos básicos sobre la puesta a punto. Además del material digital se hace entrega de un estándar de proceso físico.

Dada la necesidad de estos videos se realizó una grabación como material de apoyo para el desarrollo de las practicas de laboratorio, este material fue grabado y editado con el apoyo del personal de Medios Audiovisuales de la Fundación Universitaria Los Libertadores y se anexan como parte del trabajo. El estándar de procesos se puede apreciar en el Anexo B, en el anexo C se da una descripción breve de cada uno de los videos. Finalmente en el anexo D se muestran las guías de laboratorio desarrolladas para el alumno junto con una serie de requisitos indispensables para los involucrados en la practica. En el anexo E Las guías para el docente, con el trabajo se suministra el archivo para fácil edición de los docentes interesados en aplicar las prácticas. El anexo F muestra la opinión de los estudiantes que realizaron la prueba, en general mostraron una reacción positiva ante la posibilidad de poner en practica la teoría vista en clases.

8. Conclusiones y recomendaciones

8.1. Conclusiones

La experiencia de realizar guías de laboratorio nos permitió comprender desde otro punto de vista la realización de una practica, la cual involucra que varios actores trabajen conjuntamente con el fin de que los estudiantes por medio de la practica comprendan los conceptos. Por otro lado se comprendió que la elaboración de una guía de laboratorio no es simplemente el complemento de un formato establecido, sino la experiencia de lo que hay mas allá de dicho documento, el estudio de los temas propuestos y los pasos a seguir para llevar a cabo la practica establecida.

En el caso particular del proyecto realizado se necesitaron 360 horas de capacitación en diferentes ámbitos para poder realizar 1720 líneas de programación en el software TIA PORTAL, todo lo anterior con el fin de crear un proyecto con la programación necesaria para el desarrollo de las guías, la cual resultara amigable y de gran uso para la facultad.

La realización de una prueba piloto con la participación de 11 estudiantes resultó de vital importancia para corregir y mejorar el lenguaje y procedimiento empleado en las guías y necesario para que el estudiante comprenda efectivamente el desarrollo de la practica de laboratorio. La validación de estas guías a pesar de no estar contemplada dentro de los objetivos del proyecto contribuyó a diferentes resultados que mejoraran efectivamente la practica de laboratorio para todas las partes interesadas como lo son los vídeos propuestos. Se elaboró la estructura de una practica aplicable del espacio académico de Ingeniería de métodos y tiempos, esto permitirá que el programa de Ingeniería Industrial aumente la utilización de los laboratorios en función a sus espacios académicos, ya que dentro del estudio realizado y de acuerdo a la experiencia de las tesis, los espacios académicos propios de esta ingeniería se centran especialmente en la teoría dejando de lado la práctica.

A pesar de lo denso del ambiente de programación del TIA PORTAL resulta una herramienta eficiente al momento de programar los PLC's Siemens. Si bien es cierto que al inicio el usuario se siente desbordado por la cantidad de información mostrada en pantalla, luego de un tiempo de uso se acostumbra fácilmente al manejo de las ventanas y la aplicación de cada una de ellas. Una ventaja significativa de TIA PORTAL es la capacidad de programar distintos PLC's en un mismo proyecto, lo cual permite condensar los programas necesarios para la realización de este trabajo.

El lenguaje de programación SCL resultó ser una herramienta muy útil en el este trabajo debido a que a través de su instrucción CASE se pudo asignar pasos a cada uno de los movimientos utilizados en el funcionamiento de las máquinas.

La herramienta Mendeley permitió un gestión eficiente de las referencias bibliográficas del proyecto. En particular antes de iniciar el trabajo de tesis desconocíamos el software y sus beneficios, por lo tanto podemos considerar el conocimiento adquirido al respecto como un valor agregado para nuestra formación como ingenieros y en el quehacer investigativo.

El Sistema integrado de Manufactura de la Fundación Universitaria Los Libertadores es de tipo electro-neumático controlado por PLC's. Es importante mantener la presión neumática de trabajo de las estaciones en 4 bar, dado que la calibración se hace a esta presión y modificaciones en ellas pueden causar variaciones en el funcionamiento de la máquina.

Por medio de la utilización del programa Microsoft Visio se puede obtener una visión completa y clara de las configuraciones a programar.

Adicionalmente, los proyectos desarrollados dentro de los semilleros de investigación son totalmente aplicables dentro de la Fundación Universitaria Los Libertadores aprovechando los recursos de esta y ampliando la utilización de todos sus espacios y equipos para la mejora de los programas, esto contribuirá al estudiante a aplicar experiencias teórico-prácticas en los diversos espacios académicos.

La participación en el semillero de investigación permitió el desarrollo de una serie de actividades y capacidades investigativas que no pueden ser obtenidas a través de un curso lectivo normal. Por ejemplo la participación en encuentros de investigación y el programa de radio de Ingeniería y Desarrollo nos pareció una experiencia muy enriquecedora para nuestra formación como profesionales y aportó valor agregado a nuestro proyecto de grado ya que fue divulgado por estos medios.

8.2. Recomendaciones

Se sugiere para futuros trabajos la implementación de una interfaz gráfica que permita una interacción más amigable con el sistema CIM, y que a la vez por medio del uso de temporizadores permita obtener los tiempos de cada uno de los movimientos programados.

Se sugiere establecer dentro de la Facultad de ingeniería la plantilla usada en el trabajo de grado, elaborada por el docente Yony Pastrana Caballero para ser avalada por la decanatura, los docentes y la Coordinación de Laboratorios como plantilla representativa de las guías de la Facultad de Ingeniería de la Fundación Universitaria Los Libertadores, lo anterior ya que después de una investigación previa, no hay ninguna establecida oficialmente.

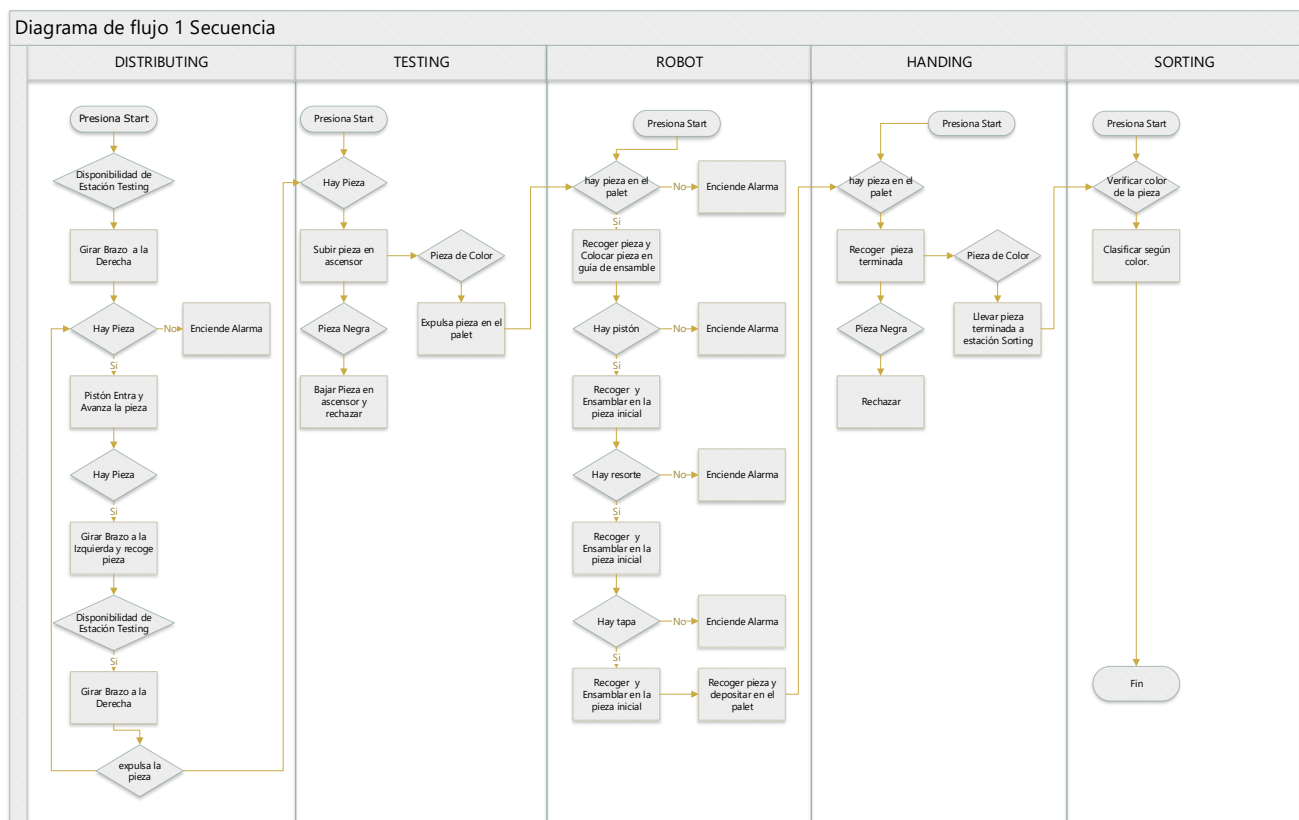
Sería conveniente que toda la información técnica concerniente al Sistema Integrado de Manufactura se recopilara en un solo sitio, con el fin de facilitar el acceso a ella al momento de

ser requerida.

Una vez conocidos los beneficios del software Mendeley, y al ser una herramienta libre sería conveniente introducir su uso en el programa de Ingeniería Industrial y el los Semilleros de investigación de la Fundación Universitaria Los Libertadores.

A. Anexo: Diagrama de Flujo del Proceso de las Estaciones del CIM

Este anexo muestra la secuencia general a programar en el sistema CIM.



B. Anexo: Estándar de Procesos

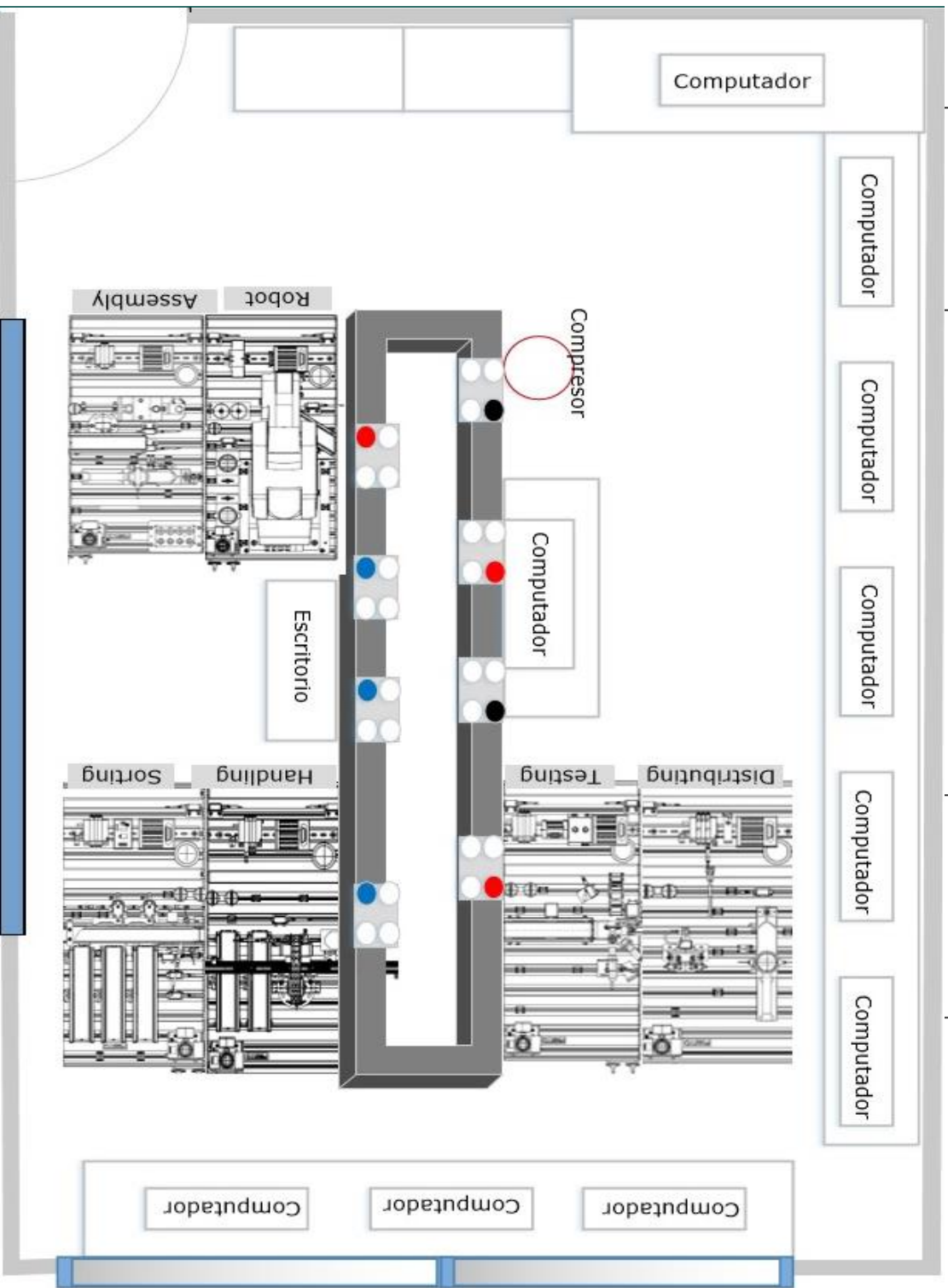
El estándar de procesos muestra la secuencia a seguir al momento de poner en marcha el sistema.



01

ESTÁNDAR DE PROCESO CIM

Programa:	Ingeniería Industrial	Materia:	Proyecto de Grado
Elaborado:	Karen Arce y Laura Morales	Código:	N/A
Versión:	1	Año:	2016





01 ESTÁNDAR DE PROCESO CIM

Programa:	Ingeniería Industrial	Materia:	Proyecto de Grado
Elaborado:	Karen Arce y Laura Morales	Código:	N/A
Versión:	1	Año:	2016

1

Elementos a Utilizar.

DESCRIPCIÓN GRAFICA		
MATERIA PRIMA		
Negras 16 unidades	Rojas 15 unidades	Gris 15 unidades
		
PISTÓN		RESORTES
Gris 7 unidades	Negros 14 unidades	Gris 19 unidades
		
TAPAS	CRONÓMETROS	FLEXÓMETROS
21 unidades	13 unidades	4 unidades
		
LLAVES		BUS DE DATOS
6 unidades		1 unidad
		
CUANDO LA PARACTICA SE REALIZA MANUAL ES NECESARIO UNA MESA DE TRABAJO		





01 ESTÁNDAR DE PROCESO CIM

Programa:	Ingeniería Industrial	Materia:	Proyecto de Grado
Elaborado:	Karen Arce y Laura Morales	Código:	N/A
Versión:	1	Año:	2016

FUNCIÓN

DESCRIPCIÓN GRAFICA

2

Encender el compresor

COMPRESOR



(O) Apagado
(I) Encendido

3

Encender la banda

BANDA



Dar paso al Aire comprimido.



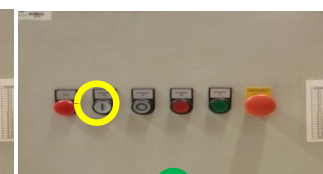
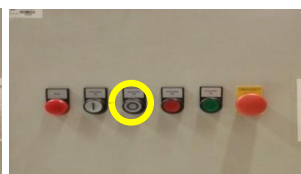
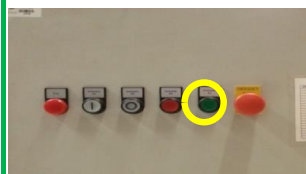
4

Activar secuencia en la banda.

Oprimir controller on (Temporizador)

Oprimir Automatic Off para resetear banda.

Esperar parpadeo de Automatic On y oprimir.





01 ESTÁNDAR DE PROCESO CIM

Programa:	Ingeniería Industrial	Materia:	Proyecto de Grado
Elaborado:	Karen Arce y Laura Morales	Código:	N/A
Versión:	1	Año:	2016

FUNCIÓN

DESCRIPCIÓN GRAFICA

ROBOT

5

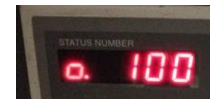
Encender el robot.



Encender la fuente

Verificar que la llave este en Auto on.

Verificar el código 0.100 en el display



Oprimir

Oprimir



Dar paso al aire comprimido





01 ESTÁNDAR DE PROCESO CIM

Programa:	Ingeniería Industrial	Materia:	Proyecto de Grado
Elaborado:	Karen Arce y Laura Morales	Código:	N/A
Versión:	1	Año:	2016

FUNCIÓN

DESCRIPCIÓN GRAFICA

ESTACIÓN DISTRIBUTING Y TESTING

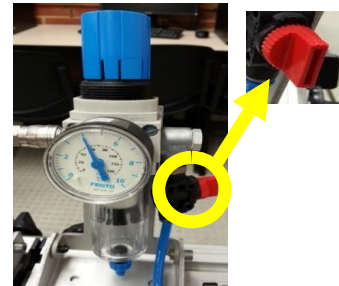
6

Encender y dar paso de aire.

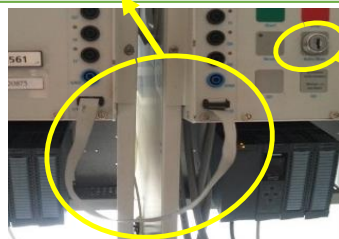
Encender las estaciones.



Dar paso al aire comprimido



Colocar el bus de datos en Distributing y Testing



Colocar la llave en la orientación según la programación en Testing

ESTACIÓN HANDLING Y SORTING

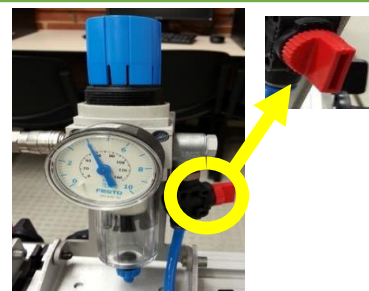
7

Encender y dar paso de aire.

Encender las estaciones.



Dar paso al aire comprimido



Colocar la llave en la orientación según la programación en Handling





01 ESTÁNDAR DE PROCESO CIM

Programa:	Ingeniería Industrial	Materia:	Proyecto de Grado
Elaborado:	Karen Arce y Laura Morales	Código:	N/A
Versión:	1	Año:	2016

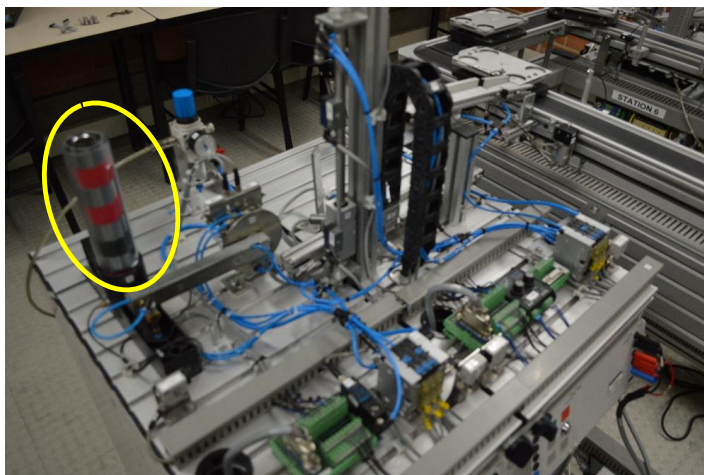
FUNCIÓN

DESCRIPCIÓN GRAFICA

ESTACIÓN DISTRIBUTING

8

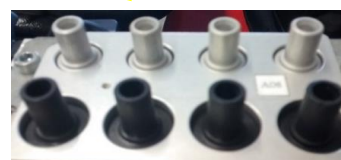
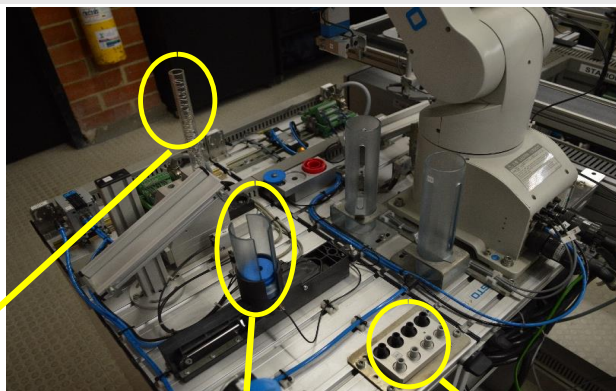
Alimentar Las Estaciones.



ESTACIÓN ROBOT

9

Alimentar Las Estaciones.





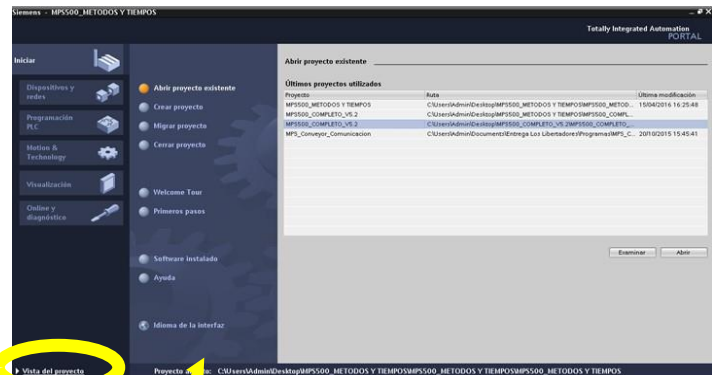
01 ESTÁNDAR DE PROCESO CIM

Programa:	Ingeniería Industrial	Materia:	Proyecto de Grado
Elaborado:	Karen Arce y Laura Morales	Código:	N/A
Versión:	1	Año:	2016

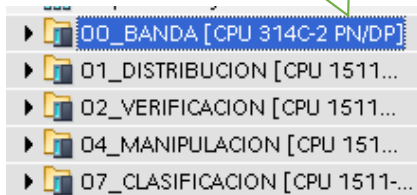
CARGAR PROGRAMA

1. Seleccionar Vista del Proyecto.

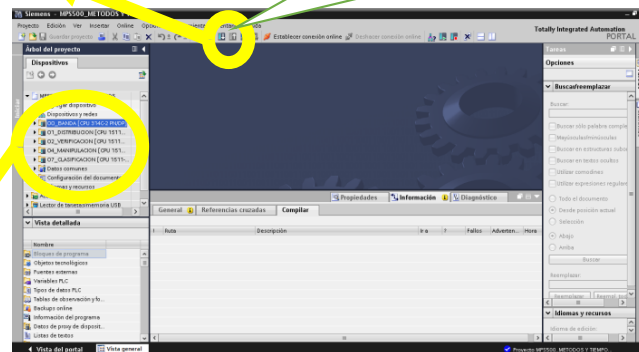
► **Vista del proyecto**



2. Seleccionar el programa de la estación.



3. Cargar el programa.





01 ESTÁNDAR DE PROCESO CIM

Programa:	Ingeniería Industrial	Materia:	Proyecto de Grado
Elaborado:	Karen Arce y Laura Morales	Código:	N/A
Versión:	1	Año:	2016

CARGAR PROGRAMA

4. Seleccionar Tipo de Interfaz e Interfaz.

5. Seleccionar Estación.

5. Seleccionar iniciar búsqueda y luego cargar.

Dispositivo	Tipo de dispositivo	Tipo	Dirección	Dispositivo de destino
PLC_1	CPU 1511-1 PN	PN/IE	10.1.6.200	PLC_1
02_VERIFICACION	CPU 1511-1 PN	PN/IE	10.1.6.201	02_VERIFICACION
04_MANIPULACION	CPU 1511-1 PN	PN/IE	10.1.6.202	04_MANIPULACION
07_CLASIFICACION	CPU 1511-1 PN	PN/IE	10.1.6.204	07_CLASIFICACION

Si aparece las siguientes ventanas seguir el paso a paso .

Sincronización del software antes de la carga en dispositivo

Continuar sin sincronización

Vista preliminar Carga

Cargar

Resultados de la operación de carga

Finalizar



**01 ESTÁNDAR DE PROCESO CIM**

Programa:	Ingeniería Industrial	Materia:	Proyecto de Grado
Elaborado:	Karen Arce y Laura Morales	Código:	N/A
Versión:	1	Año:	2016

FUNCIÓN**DESCRIPCIÓN GRAFICA****ESTACIÓN DISTRIBUTING Y TESTING****11**Activar
secuencia

Resetear Testing

Resetear Distributing

Esperar parpadeo
Start Testing
(Ascensor abajo,
pistón adentro)Esperar parpadeo
Start Distributing
(El brazo debe
estar a la
izquierda)Oprimir Start
TestingOprimir Start
Distributing**ESTACIÓN HANDLING Y SORTING****12**Activar
secuencia

Resetear Sorting

Resetear Handling

Esperar parpadeo
Start Sorting (se
detiene la banda)Oprimir Start
SortingEsperar parpadeo
Start Handling
(Brazo a la
izquierda)Oprimir Start
Handling

C. Anexo: Videos de alistamiento

El objetivo de los videos de las secuencias es permitir que el estudiante realice un reconocimiento del sistema y su función previo a la elaboración del laboratorio. A continuación una pequeña descripción de cada uno:

Video secuencia 1: En este video se puede apreciar el funcionamiento del sistema CIM con la programación elaborada para el desarrollo de la guía de laboratorio número 1 que trata los temas: diagrama de proceso operativo y diagrama de flujo proceso producto.


Video secuencia 2: En este video se puede apreciar el funcionamiento del sistema CIM con la programación elaborada para el desarrollo de la guía de laboratorio número 2 que trata el tema: diagrama de recorrido del proceso.

Video secuencia 3: En este video se puede apreciar el funcionamiento del sistema CIM con la programación elaborada para el desarrollo de la guía de laboratorio número 3 que trata el tema: Estudio de tiempos – Método parar y observar.

Los tres escenarios elaborados varían en tiempos y pequeños movimientos. Por otro lado se propone:

Video estándar de proceso: Este video es una pequeña introducción al alistamiento del sistema que se debe realizar por parte del monitor encargado de la práctica, describe paso a paso el encendido, accesorios y puesta en marcha de este. Cabe resaltar que se presenta como soporte del documento estándar de proceso.

D. Anexo: Guías de Laboratorio del Alumno


	01	REQUISITOS GENERALES PARA LA REALIZACIÓN DE PRACTICAS DE INGENIERÍA DE METODOS Y TIEMPOS EN EL SISTEMA CIM		
	Programa:	Ingeniería Industrial	Materia:	Ing Métodos Y Tiempos
	Elaborado por:	Laura Morales, Karen Arce	Código:	II0204
	Versión:	1	Año:	2016

Requisitos generales prácticas de Ingeniería de métodos y tiempos II0204:

ESTUDIANTE	DOCENTE	MONITOR
<ul style="list-style-type: none"> • Alistamiento previo de la practica (GUÍA LABORATORIO) • Reconocimiento previo del sistema (VIDEO). • Asistir puntualmente con bata blanca y carné Institucional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aviso previo al monitor de la práctica a realizar (2 días anticipación). • Asistencia obligatoria a capacitaciones del sistema CIM MPS-500. • Estudio previo funcionamiento del sistema (VIDEO) • Compartir con los estudiantes la guía de trabajo y el material de estudio antes de realizar la práctica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Estar capacitado en el manejo y requerimientos del sistema CIM MPS 500. • Alistamiento previo de materiales de trabajo: <ul style="list-style-type: none"> ○ Pistones ○ Tapas ○ resortes ○ Materia prima ○ Cronómetros ○ Mesa de trabajo (Si es el caso de la guía 3) ○ Carga de la programación. • Preparación del sistema para la práctica. • Supervisión continúa de la práctica, equipos, y buen uso de estos.

ENTREGABLES:

- Video técnico del sistema (Estudiante, monitor, docente).
- Guía #1 Estudiante
- Guía #1 Docente
- Video de funcionamiento Secuencia #1. (Estudiante, docente)
- Guía #2 Estudiante
- Guía #2 Docente
- Video de funcionamiento Secuencia #2. (Estudiante, docente)
- Guía #3 Estudiante
- Guía #3 Docente
- Video de funcionamiento Secuencia #3. (Estudiante, docente)
- Estándar de proceso (Monitor)

	01	DIAGRAMA DE FLUJO PROCESO PRODUCTO Y PROCESO OPERATIVO		
	Programa:	Ingeniería Industrial	Materia:	Ingeniería de métodos Y Tiempos
	Docente:		Código:	II0198
	Versión:	1	Año:	

Objetivos

Objetivo General

Elaborar el diagrama de flujo de proceso producto y proceso operativo actual a partir de la programación diseñada para su grupo.

Objetivos Específicos

- Identificar de forma independiente los eventos relacionados al proceso.
- Realizar la toma de tiempos de un ciclo completo del proceso.
- Plasmar en el formato el diagrama con sus respectivos tiempos y su cuadro resumen.

Conceptos relacionados

Los temas a leer antes de realizar esta práctica son:

Proceso, constitución de proceso, identificar los eventos del proceso (operación, inspección, transporte, demora, almacenamiento, crear un registro, diligenciar un registro, actividades combinadas), identificar (maquinaria, entradas de material y salidas, influencias al proceso)

Ingeniería Industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo. Niebel, González, Arellano. 2004.

Preguntas orientadoras

1. ¿Qué es una operación?
2. ¿Qué es una inspección?
3. ¿Qué es una demora?
4. ¿Qué es un transporte?
5. ¿Cuándo se usa una operación combinada?
6. ¿Qué es el Diagrama de flujo de proceso producto y cuando se usa?
7. ¿Qué es el diagrama proceso operativo y cuando se usa?
8. ¿Cuál es la diferencia entre el diagrama de flujo proceso producto y del diagrama de flujo de proceso operativo?
9. ¿En cuál de los dos diagramas de flujo se deben incluir los documentos requeridos por el proceso?

Materiales

Lista de materiales a utilizar en la práctica del Sistema CIM.es la siguiente:

MATERIAL	UNIDADES	MATERIAL	UNIDADES
Materia prima negra	16	Resorte	19
Materia prima roja	15	Tapa azul	21
Materia prima gris	15	Cronómetros.	13
Pistón gris	7	Flexómetro	4
Pistón negro	14	Bus de Datos	1
		Laves	2

Materiales adicionales

Cada grupo de trabajo deberá traer los siguientes elementos:

1. Formato Guía N°1
2. Bata blanca
3. Carné Institucional

El estudiante debe:

1. Cada estudiante previo a la realización de la práctica de laboratorio debe leer y conocer el reglamento para el uso de los laboratorios de la Fundación Universitaria Los Libertadores.
2. Cada estudiante debe observar el Proceso Estándar y el video de funcionamiento del CIM secuencia No. 1 previo a la realización del laboratorio.

Procedimiento experimental

Durante la realización de esta práctica el estudiante pondrá en práctica lo visto en clase, el estudiante debe identificar de forma independiente los eventos relacionados al proceso del sistema CIM, con ayuda del cronometro, realiza la toma de tiempos de un ciclo completo del proceso, registra en el formato el diagrama con sus respectivos tiempos y finalmente elaborar el correspondiente cuadro resumen. Para poder elaborar el diagrama de flujo de proceso producto y diagrama de proceso operativo actual a partir de la programación diseñada para su grupo.

- Escuche atentamente la explicación del docente acerca de la correcta identificación de los eventos presentes en el proceso y su respectiva toma de tiempos.
- Identifique cada estación de trabajo y su funcionamiento, que secuencia tiene, las operaciones requeridas e innecesarias y posibles mejoras que se puedan llevar a cabo al interior del proceso.
- Identifique cada subproceso, procedimiento, actividades y tareas que se llevan a cabo a lo largo del proceso.
- Identifique la materia prima empleada a lo largo del proceso y el producto terminado.
- Realice la toma de tiempos de un ciclo completo del proceso y registre los datos obtenidos en el formato correspondiente.

IMPORTANTE:












































- ✓ **El operario debe estar atento para solucionar los atascos de la máquina (*Banda, estación 1 – Pistón*) y para la supervisión de la misma. (Para efectos del presente laboratorio los estudiantes son los operarios de este proceso)**
- ✓ **Si alguna de las estaciones se detiene, diríjase al panel de control de la estación y oprima el botón que este parpadeando, así el proceso se reanudará.**
- ✓ **Por ningún motivo realice movimientos sobre la estación cuando esta esté trabajando, con el fin de evitar impactos en el sistema.**
- ✓ **Cada vez que resetee las estaciones, retire la materia prima que este en proceso.**


PASO No 1.

- Observar una secuencia completa del proceso del CIM dada en el video.
- Identificar los diferentes eventos al interior del proceso (*operaciones, operación combinada, transporte, inspección, demora y almacenamiento*)
- Realizar la toma de tiempos de los eventos previamente identificados.
- Diligenciar el diagrama de flujo de proceso operativo y diagrama de flujo de proceso producto.
- Elaborar el cuadro resumen de cada diagrama de flujo.

[illegible]

**GUÍAS DE LABORATORIO Y PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA CIM MPS500 PARA SU USO EN PRÁCTICAS DE
METODOS Y TIEMPOS EN LA FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES**

FACULTAD DE INGENIERÍA									
OPERACIÓN:									
PAG _____ DE _____		METODO ACTUAL		METODO PROPUESTO		FECHA: _____			
UBICACIÓN Bogotá, Colombia									
POR:									
RESUMEN		OPERACIÓN 		OPERACIÓN COMBINADA 		OPERACIÓN CREAR UN REGISTRO 		OPERACIÓN AGREGAR INFORMACIÓN 	
TRANSPORTE 		ALMACENAMIENTO 		DESALMACENAMIENTO 		RETARDO 		INSPECCION 	
									
Cant Total									
Dist Total									
Tiempo Total									
EVENTO		SIMBOLO DE EVENTO		TIEMPO MINUTOS		DISTANCIA METROS		RECOMENDACION DE METODO	
									
									
									
									
									
									
									
									
									
									
									
									
									
									
									
									
									
									
									
									
									
									
									
									
									

	02	DIAGRAMA DE RECORRIDO		
	Programa:	Ingeniería Industrial	Materia:	Ingeniería de métodos Y Tiempos
	Docente:		Código:	II0198
	Versión:	1	Año:	

Objetivos

Objetivo General

Elaborar un el diagrama de recorrido a partir del diagrama que desarrollo de flujo producto proceso

Objetivos Específicos

- Identificar de forma independiente los eventos relacionados al proceso.
- Realizar la toma de tiempos de un ciclo completo del proceso.
- Elaborar el diagrama de flujo proceso producto para la secuencia productiva dada.
- Realizar el diagrama de recorrido sobre el plano del sistema CIM para la correspondiente secuencia productiva.

Conceptos relacionados

Los temas a leer antes de realizar esta práctica son:

1. ¿Qué símbolos se utilizan en la construcción del diagrama de recorrido?
2. ¿Cuál es el propósito principal del diagrama de recorrido?
3. En una planta de procesos, ¿cuáles de los siguientes diagramas de proceso tienen una mayor aplicación: el del trabajador y de las máquinas, el de grupo, el operativo o recorrido? Explique su respuesta.

Libro

Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo

Autor Niebel, Benjamin W.

Freivalds, Andris

Preguntas orientadoras

1. ¿Cuál es la mínima distancia para generar un transporte en un proceso productivo?
2. ¿En qué lugar se deben ubicar las operaciones del proceso?
3. ¿El diagrama de recorrido incluye la documentación requerida para el proceso?
4. ¿Qué pasa si durante la elaboración del diagrama de flujo se omiten transportes?
5. ¿Es posible a partir del diagrama de recorrido formular posibles mejoras al proceso?

Materiales

Lista de materiales a utilizar en la práctica del Sistema CIM.es la siguiente:

MATERIAL	UNIDADES	MATERIAL	UNIDADES
Materia prima negra	16	Resorte	19
Materia prima roja	15	Tapa azul	21
Materia prima gris	15	Cronómetros.	13
Pistón gris	7	Flexómetro	4
Pistón negro	14	Bus de Datos	1
		Laves	2

Materiales adicionales

Cada grupo de trabajo deberá traer los siguientes elementos:

1. Formato Guía N°2
2. Bata blanca
3. Carné Institucional
- 4.

El estudiante debe:

1. Cada estudiante debe observar el Proceso Estándar y el video de funcionamiento del CIM secuencia No. 2 previo a la realización del laboratorio.

Procedimiento experimental

Durante la realización de esta práctica el estudiante pondrá en práctica lo visto en clase, el estudiante debe identificar de forma independiente los eventos relacionados al proceso del sistema CIM, con ayuda del flexómetro, realizar las medidas del sistema CIM, registra en el formato el diagrama con sus respectivas medidas. Para poder elaborar el diagrama de recorrido actual a partir de la programación diseñada para su grupo.

- Escuche atentamente la explicación del docente acerca de la correcta identificación de los eventos presentes en el proceso.
- Identifique cada estación de trabajo y su funcionamiento, que secuencia tiene, las operaciones requeridas e innecesarias y posibles mejoras que se puedan llevar a cabo al interior del proceso.
- Identifique cada subproceso, procedimiento, actividades y tareas que se llevan a cabo a lo largo del proceso.
- Identifique la materia prima empleada a lo largo del proceso y el producto terminado.

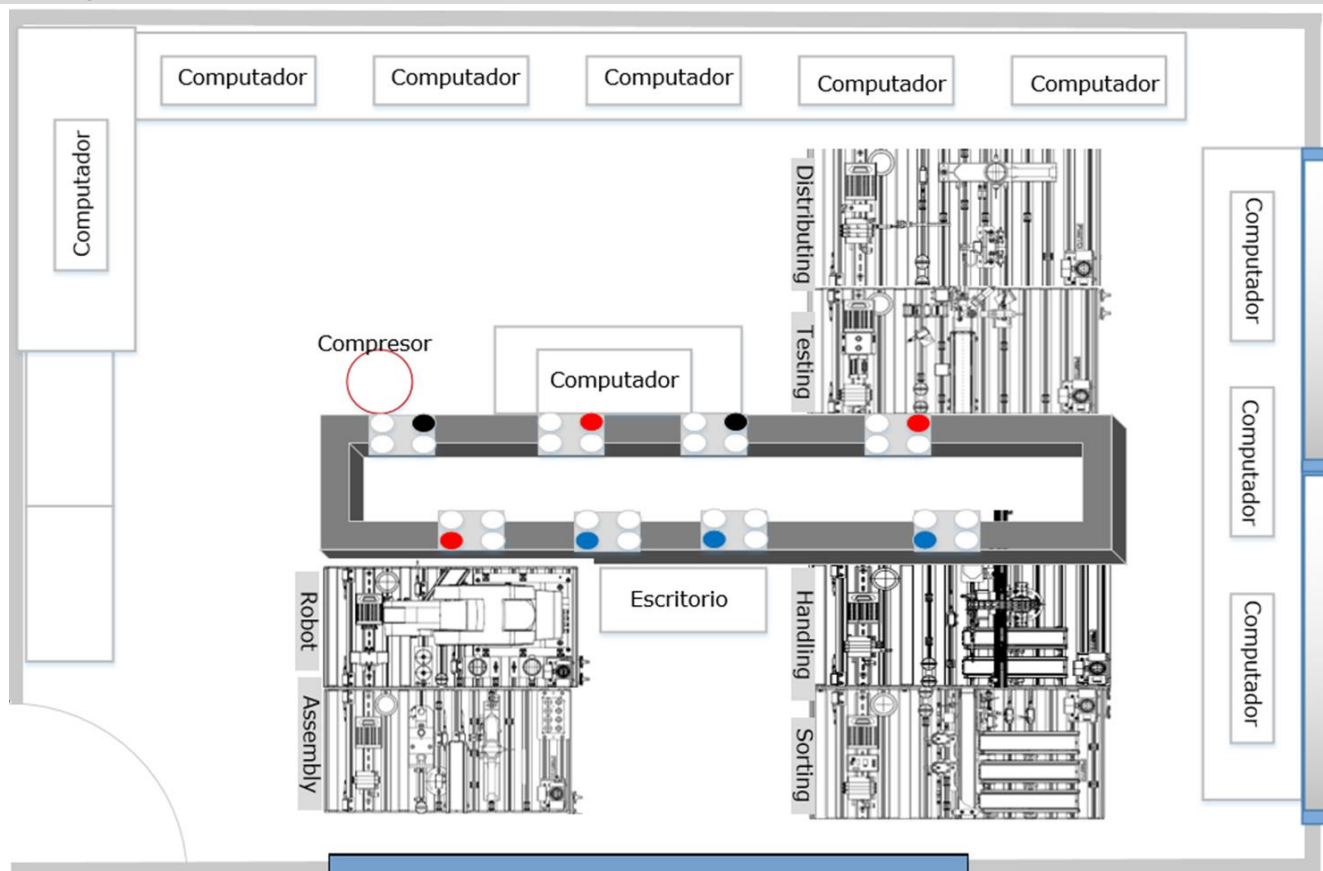
IMPORTANTE:


- ✓ **El operario debe estar atento para solucionar los atascos de la máquina (Banda, estación 1 – Pistón) y para la supervisión de la misma. (Para efectos del presente laboratorio los estudiantes son los operarios de este proceso)**
- ✓ **Si alguna de las estaciones se detiene, diríjase al panel de control de la estación y oprima el botón que este parpadeando, así el proceso se reanudará.**
- ✓ **Por ningún motivo realice movimientos sobre la estación cuando esta esté trabajando, con el fin de evitar impactos en el sistema.**
- ✓ **Cada vez que resetee las estaciones, retire la materia prima que este en proceso.**

PASO No 1.

- Observar una secuencia completa del proceso del CIM dada en el video.
- Identificar los diferentes eventos al interior del proceso (*operaciones, operación combinada, transporte, inspección, demora y almacenamiento*)
- Diligenciar el diagrama de Recorrido.

Resultado experimental



	03	ESTUDIO DE TIEMPOS, MÉTODO DE PARAR Y OBSERVAR		
	Programa:	Ingeniería Industrial	Materia:	Ingeniería de métodos Y Tiempos
	Docente:		Código:	II0198
	Versión:	1	Año:	

Objetivos

Objetivo General

Elaborar un estudio de tiempos para una programación del CIM, con el método de parar y observar

Objetivos Específicos

- Identificar de forma independiente los eventos relacionados al proceso.
- Realizar 10 ciclos de tiempo con el estudio de tiempos del método de parar y observar.
- Plasmar en el formato el diagrama con sus respectivos tiempos.
- muestra Encontrar el tamaño de muestra que satisfaga el error de muestreo.

Conceptos relacionados

Los temas a leer antes de realizar esta práctica son:

Desviación estándar, intervalo de confianza I , I_M , la relación de confianza de I , I_M , numero de observaciones requeridas, tener en cuenta el libro Manual de tiempos y movimientos. Ingeniería de métodos. Autor: Camilo Jananía Abraham. Capítulo 6.

Preguntas orientadoras

1. ¿Qué es productividad?
2. ¿Cuáles son los factores de los cuales depende la productividad?
3. ¿Cuál es la diferencia que existe entre tiempo normal y el tiempo de ciclo?
4. ¿Para qué sirve el método de parar y observar?
5. ¿Qué es tiempo estándar y para qué sirve?
6. ¿A qué nos referimos al hablar del tamaño de la muestra?
7. ¿Cuál es la relación que se utiliza para determinar el tamaño de la muestra?
8. ¿Qué es el factor de calificación?
9. ¿Cuáles son los métodos de calificación que existen?
10. ¿Cuáles son los dos métodos de incentivos?

Materiales

Lista de materiales a utilizar en la práctica del Sistema CIM.es la siguiente:

MATERIAL	UNIDADES	MATERIAL	UNIDADES
Materia prima negra	16	Resorte	19
Materia prima roja	15	Tapa azul	21
Materia prima gris	15	Cronómetros.	13
Pistón gris	7	Flexómetro	4
Pistón negro	14	Bus de Datos	1
Mesa de Trabajo	1	Laves	2

Materiales adicionales

Cada grupo de trabajo deberá traer los siguientes elementos:

1. Formato Guía No. 3
2. Bata blanca
3. Carné Institucional

El estudiante debe:

1. El docente debe compartir con el estudiante previo a la práctica la guía de laboratorio No. 3.
2. Compartir con el estudiante el Proceso Estándar y video de funcionamiento del sistema No. 3.

Procedimiento experimental

Durante la realización de este laboratorio el estudiante pondrá en práctica lo visto en clase, el estudiante debe identificar de forma independiente los eventos relacionados al proceso del sistema CIM, con ayuda del cronometro, realiza 10 tomas de tiempos del proceso, registra en el formato para estudio de tiempo con sus respectivos tiempos en minutos. Para determinar el tiempo estándar con tolerancia predeterminada de 40 minutos de un día de trabajo de 8 horas a partir de la programación diseñada para su grupo.

- Escuche atentamente la explicación del docente acerca de la correcta toma de tiempos y del método de parar y observar.
- Identifique cada estación de trabajo y su funcionamiento, que secuencia tiene, las operaciones innecesarias y mejoras a realizar.
- Identifique cada proceso y subproceso.
- Identifique materia prima y producto terminado.
- Realice la toma de tiempos de un ciclo completo del proceso y registre en el formato de tiempos.

IMPORTANTE:

- ✓ **El operario debe estar atento para solucionar los atascos de la máquina (*Banda, estación 1 – Pistón*) y para la supervisión de la misma.**
- ✓ **Si alguna de las estaciones se detiene, diríjase al panel de control de la estación y oprima el botón que este parpadeando.**
- ✓ **Por ningún motivo realice movimientos sobre la estación cuando esta esté trabajando, lo anterior para evitar impactos con el sistema.**
- ✓ **Cada vez que resetee las estaciones, retire la materia prima que este en proceso.**

Resultado experimental

Observe un ciclo completo y *que hace* el CIM en general, identifique cada proceso y subproceso en total son 7 etapas para llegar al producto terminado.

Identificar el factor de calificación según el sistema Westinghouse para cada elemento a partir de los cuatro factores para calificar al operario:

Según lo observado en el formato describir:

- Que hace el sistema CIM
- Las etapas que identifico a lo largo del ciclo
- Tomar 10 ciclos de cada una de esas etapas

GUÍAS DE LABORATORIO Y PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA CIM MPS500 PARA SU USO EN PRÁCTICAS DE METODOS Y TIEMPOS EN LA FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES

FACULTAD DE INGENIERÍA

HOJA DE OBSERVACIONES PARA ESTUDIO DE TIEMPO

Identificación de la operación												Fecha:				
Hora inicial:		Operador:					Observador:					Aprobado por:				
Hora final:																
Descripción del elemento		CICLOS (min)										Resumen				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ΣT	\bar{t}	F_c	T_n	
	T															
	L															
	T															
	L															
	T															
	L															
	T															
	L															
	T															
	L															
	T															
	L															
	T															
	L															
	T															
	L															
Tn= Tiempo normal (min)=							Tiempo estándar					MINUTOS POR CICLO				
minutos (min)																
S= Tolerancia o suplemento (min)=																
T1=Turno 1 (min)																

FACTOR DE CALIFICACION					
	HABILIDAD	ESFUERZO	CONDICIONES	CONSISTENCIA	TOTAL
1	B1	B2	A	B	
2	B2	B1	B	B	
3	C2	C1	B	C	
4	B2	C1	C	A	
5	C2	B2	B	C	
6	A1	B1	A	B	
7	A2	B2	B	A	

I) Calcular el tiempo normal:

$$T_N = \bar{T} * F_C$$

II) Determinar el tiempo estándar con la tolerancia predeterminada en clase de un turno de 8h:

$$Ts = Tn + \frac{S/dia}{\left(\frac{T1 - S}{Tn}\right)}$$

$$Ts = \frac{T1/dia}{\left(\frac{T1 - S}{Tn}\right)}$$

$$Ts = Tn + Tn \left(\frac{S}{T1 - S} \right)$$

Calcular el tamaño de la muestra y obtener lo siguiente:

III) Desviación estándar:

$$S = \sqrt{\frac{\sum T^2 \frac{(\sum T)^2}{M}}{M-1}}$$

S=Desviación estándar

T=Tiempo

M=Muestra

IV) Intervalo de confianza I_M :

$$I_M = 2 T_{0,90} \left(\frac{S}{\sqrt{M}} \right)$$

I_M = Intervalo de confianza

$T_{0,90}$ = T de Student para coeficiente de confianza del 90%

S=Desviación estándar

V) Intervalo de confianza I

$$I = 2 * 0.05 \bar{T}$$

I = Intervalo de confianza

\bar{T} = Media de los tiempos

VI) La relación de I_M, I


Si I_M es igual o menor que I ($I_M \leq I$) el intervalo de confianza especificado, la muestra de M observaciones satisface los requerimientos del error de muestreo.

Si I_M es mayor que I ($I_M > I$), se requieren observaciones adicionales, o sea, calcular N.

VII) Número de observaciones requeridas:

$$N = \frac{4(t_{0,90})^2 s^2}{I^2}$$

E. Anexo: Guías de Laboratorio del Docente

	01	DIAGRAMA DE FLUJO PROCESO PRODUCTO Y PROCESO OPERATIVO		
	Programa:	Ingeniería Industrial	Materia:	Ingeniería de métodos Y Tiempos
	Docente:		Código:	II0198
	Versión:	1	Año:	

Objetivos

Objetivo General

Elaborar el diagrama de flujo de proceso producto y proceso operativo actual a partir de la programación diseñada para su grupo.

Objetivos Específicos

- Identificar de forma independiente los eventos relacionados al proceso.
- Realizar la toma de tiempos de un ciclo completo del proceso.
- Plasmar en el formato el diagrama con sus respectivos tiempos y su cuadro resumen.

Conceptos relacionados

Los temas a leer antes de realizar esta práctica son:

Proceso, constitución de proceso, identificar los eventos del proceso (operación, inspección, transporte, demora, almacenamiento, crear un registro, diligenciar un registro, actividades combinadas), identificar (maquinaria, entradas de material y salidas, influencias al proceso)

Ingeniería Industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo. Niebel, González, Arellano. 2004.

Preguntas orientadoras

1. ¿Qué es una operación?
2. ¿Qué es una inspección?
3. ¿Qué es una demora?
4. ¿Qué es un transporte?
5. ¿Cuándo se usa una operación combinada?
6. ¿Qué es el Diagrama de flujo de proceso producto y cuando se usa?
7. ¿Qué es el diagrama proceso operativo y cuando se usa?
8. ¿Cuál es la diferencia entre el diagrama de flujo proceso producto y del diagrama de flujo de proceso operativo?
9. ¿En cuál de los dos diagramas de flujo se deben incluir los documentos requeridos por el proceso?

Materiales

Lista de materiales a utilizar en la práctica del Sistema CIM.es la siguiente:

MATERIAL	UNIDADES	MATERIAL	UNIDADES
Materia prima negra	16	Resorte	19
Materia prima roja	15	Tapa azul	21
Materia prima gris	15	Cronómetros.	13
Pistón gris	7	Flexómetro	4
Pistón negro	14	Bus de Datos	1
		Laves	2

Materiales adicionales

Cada grupo de trabajo deberá traer los siguientes elementos:

1. Formato Guía N°1
2. Bata blanca
3. Carné Institucional

El docente deberá compartir con sus estudiantes:

1. Compartir con el estudiante las reglas de uso de los laboratorios de la Fundación Universitaria los Libertadores.
2. El docente debe compartir con el estudiante previo a la práctica la guía de laboratorio No. 1
3. Compartir con el estudiante el Proceso Estándar y video de funcionamiento del sistema No. 1

Procedimiento experimental

El procedimiento experimental que llevara a cabo el estudiante es el siguiente:

Durante la realización de esta práctica el estudiante pondrá en práctica lo visto en clase, el estudiante debe identificar de forma independiente los eventos relacionados al proceso del sistema CIM, con ayuda del cronometro, realiza la toma de tiempos de un ciclo completo del proceso, registra en el formato el diagrama con sus respectivos tiempos y su cuadro resumen. Para poder elaborar el diagrama de flujo de proceso producto y diagrama de proceso operativo actual a partir de la programación diseñada para su grupo.

- Escuche atentamente la explicación del docente acerca de la correcta identificación de los eventos presentes en el proceso y su respectiva toma de tiempos.
- Identifique cada estación de trabajo y su funcionamiento, que secuencia tiene, las operaciones requeridas e innecesarias y posibles mejoras que se puedan llevar a cabo al interior del proceso.
- Identifique cada subproceso, procedimiento, actividades y tareas que se llevan a cabo a lo largo del proceso.
- Identifique la materia prima empleada a lo largo del proceso y el producto terminado.
- Realice la toma de tiempos de un ciclo completo del proceso y registre los datos obtenidos en el formato correspondiente.

IMPORTANTE:

- ✓ **El operario debe estar atento para solucionar los atascos de la máquina (*Banda, estación 1 – Pistón*) y para la supervisión de la misma. (Para efectos del presente laboratorio los estudiantes son los operarios de este proceso)**
- ✓ **Si alguna de las estaciones se detiene, diríjase al panel de control de la estación y oprima el botón que este parpadeando, así el proceso se reanudará.**
- ✓ **Por ningún motivo realice movimientos sobre la estación cuando esta esté trabajando, con el fin de evitar impactos en el sistema.**
- ✓ **Cada vez que resetee las estaciones, retire la materia prima que este en proceso.**

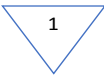














PASO No 1.



















- Observar una secuencia completa del proceso del CIM dada en el video.
- Identificar los diferentes eventos al interior del proceso (*operaciones, operación combinada, transporte, inspección, demora y almacenamiento*)
- Realizar la toma de tiempos de los eventos previamente identificados.
- Diligenciar el diagrama de flujo de proceso operativo y diagrama de flujo de proceso producto.
- Elaborar el cuadro resumen de cada diagrama de flujo.

ESTOS RESULTADOS FUERON OBTENIDOS DE LA COMBINACIÓN 6 :

- **TESTING: Horizontal**
- **HANDLING: Vertical**
- **ROBOT: Automatico**

GUÍAS DE LABORATORIO Y PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA CIM MPS500 PARA SU USO EN PRÁCTICAS DE METODOS Y TIEMPOS EN LA FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES

FACULTAD DE INGENIERÍA				
OBJETO DEL DIAGRAMA	Reconocer las diferentes fases del proceso en cada una de las estaciones del CIM			DIAGRAMA No 1
DIBUJO No	1	PARTE No	1	DIAGRAMA DEL METODO
EL DIAGRAMA EMPIEZA EN	Estación Distributing			ELABORADO POR Karen Arce Laura Morales
EL DIAGRAMA TERMINA EN	Estación Sorting		FECHA	20-may-16 HOJA 1
DIST EN METROS	TIEMPO EN min	SIMBOLOS		DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
-	-			Salida de materia prima a producción
0,1	0,0375			Llevar Cilindro magazine a Posición inicial
-	0,0250			Hacer avanzar el cilindro de alimentación del Magazine.
-	0,0593			Recoger pieza por brazo mecánico
-	0,0227			Colocar pieza en la estación Testing por brazo mecanico
-	0,0200			Esperar para estabilización de la pieza antes de soltar
-	0,0225			Activar tiempo de soplo para soltar pieza
-	0,0227			Retornar brazo mecánico a posición inicial
-	0,0210			Inspeccionar que hay pieza por los sensores
-	0,0447			Subir pieza en ascensor
-	0,0223			Inspeccionar la altura de la pieza por el sensor rechazando piezas negras
-	0,0210			Esperar llegada de pallet a estación Testing
0,1	0,0352			Llevar pistón afuera
-	0,0232			Depositar pieza en el carro de la banda
3,02	0,5467			Transportar la pieza por pallet a estación de Robot

-	0,0377		Inspeccionar llegada del carro con la pieza por sensores
-	0,0280		Levantar pieza por brazo robótico
-	0,0568		Inspeccionar el color de la pieza
-	0,0232		Colocar pieza en guía de ensamble
-	0,1613		Recoger pistón por brazo robótico
-	0,0280		Ensamblar en la pieza inicial.
-	0,0727		Recoger resorte por brazo robótico
-	0,0220		Ensamblar resorte en la pieza inicial
-	0,0608		Recoger tapa por brazo robotico
-	0,0172		Ensamblar tapa
-	0,0225		Tomar pieza terminada y depositarla en el pallet
3,02	0,3070		Transportar pieza a la estación Handling
-	0,0210		Recoger pieza terminada e inspeccionar
	0,0208		Rechazar si es negra
-	0,0427		Llevar pieza terminada a estación Sorting
-	0,0457		Verificar color de la pieza
-	0,0222		Clasificar según color.
-			Producto terminado.

EVENTO	NUMERO	TIEMPO	DISTANCIA
OPERACIONES	18	0,6987	-
INSPECCIONES	4	0,1625	-
OPERACIONES COMBINADAS	2	0,0433	-
TRANSPORTE	5	0,9690	6,04
RETRASOS	2	0,0410	-
ALMACENAMIENTO	1	-	-
DESALMACENAMIENTO	1	-	-

GUÍAS DE LABORATORIO Y PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA CIM MPS500 PARA SU USO EN PRÁCTICAS DE METODOS Y TIEMPOS EN LA FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES

FACULTAD DE INGENIERÍA

OPERACIÓN: Reconocer las diferentes fases del proceso en cada una de las estaciones del CIM

PAG 1 DE 2














METODO ACTUAL






























METODO PROPUESTO






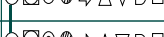


FECHA: 20/mayo/2016

UBICACIÓN Bogotá, Colombia


POR: Karen Arce Alarcon y Laura Natalia Morales Trujillo

RESUMEN	OPERACIÓN 	OPERACIÓN COMBINADA 	OPERACIÓN CREAR UN REGISTRO 	OPERACIÓN AGREGAR INFORMACIÓN 
TRANSPORTE 	ALMACENAMIENTO 	DESALMACENAMIENTO 	RETARDO 	INSPECCION 
				
Cant Total	33	-	-	1
Dist Total	70	-	-	1
Tiempo Total	6,49	-	-	0,05

EVENTO	SÍMBOLO DE EVENTO	TIEMPO MINUTOS	DISTANCIA METROS	RECOMENDACION DE METODO
Encender el compresor		0,05	-	
Poner las llaves en la estación Testing		0,08	5	Colocar la llave horizontal
Poner las llaves en la estación Handling		0,14	-	Colocar la llave vertical
Ubicar bus de datos en Distributing y Testing		0,05	-	
Girar la perilla de aire comprimido en Estación Sorting		0,04	10	La presión debe estar en 4 Bar
Girar la perilla de aire comprimido en Estación Handling		0,04	-	La presión debe estar en 4 Bar
Girar la perilla de aire comprimido en Estación Testing		0,04	10	La presión debe estar en 4 Bar
Girar la perilla de aire comprimido en Estación Distributing		0,04	-	La presión debe estar en 4 Bar
Encender el plc, Estación Distributing		0,09	-	
Encender el plc, Estación Testing		0,03	-	
Encender el plc, Estación Handling		0,11	10	
Encender el plc, Estación Sorting		0,11	-	
Encender el pc principal		1,36	11	
cargar los programas de todas las estaciones		2,59	-	Todas las estaciones deben quedar con el led del pulsador
Girar perilla para encender banda		0,08	1	
Oprimir controller on (Temporizador) en la banda		0,03	1	
Oprimir Automatic Off para resetear banda		0,09	-	
Esperar parpadeo de Automatic On en la banda		0,05	-	
Oprimir Automatic On en la banda		0,06	-	
Verificar que la llave este en Auto on en el controlador		0,07	1	
Encender la fuente del robot		0,02	-	
Verificar el código 0.100 en el display del controlador		0,02	-	
Oprimir svo on en el controlador		0,02	-	
Oprimir start en el controlador		0,08	-	
Oprimir Reset Testing		0,08	7	
Oprimir Reset Distributing		0,06	-	
Esperar que las estaciones reseteen		0,07	-	
Oprimir Start Testing		0,02	-	
Oprimir Start Distributing		0,03	-	

Oprimir Reset Sorting		0,12	10	
Oprimir Reset handling		0,04	-	
Esperar que las estaciones reseteen		0,05	-	
Oprimir Start Sorting		0,06	-	
Oprimir Start Handling		0,05	-	
Aprovisionar de material prima en distribuiting		0,21	5	
Aprovisionar material prima en el Robot		0,57		
Producto terminado.		-	-	

IMPORTANTE
EL TIEMPO SE DA EN MINUTOS

	02	DIAGRAMA DE RECORRIDO		
	Programa:	Ingeniería Industrial	Materia:	Ingeniería de métodos Y Tiempos
	Docente:		Código:	II0198
	Versión:	1	Año:	

Objetivos

Objetivo General

Elaborar un el diagrama de recorrido a partir del diagrama que desarrollo de flujo producto proceso

Objetivos Específicos

- Identificar de forma independiente los eventos relacionados al proceso.
- Realizar la toma de tiempos de un ciclo completo del proceso.
- Elaborar el diagrama de flujo proceso producto para la secuencia productiva dada.
- Realizar el diagrama de recorrido sobre el plano del sistema CIM para la correspondiente secuencia productiva.

Conceptos relacionados

Los temas a leer antes de realizar esta práctica son:

1. Qué símbolos se utilizan en la construcción del diagrama de recorrido?
2. Cuál es el propósito principal del diagrama de recorrido?
3. En una planta de procesos, ¿cuáles de los siguientes diagramas de proceso tienen una mayor aplicación: el del trabajador y de las máquinas, el de grupo, el operativo o recorrido? Explique su respuesta.

Libro

Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo

Autor Niebel, Benjamin W.

Freivalds, Andris

Preguntas orientadoras

1. ¿Cuál es la mínima distancia para generar un transporte en un proceso productivo?
2. ¿En qué lugar se deben ubicar las operaciones del proceso?
3. ¿El diagrama de recorrido incluye la documentación requerida para el proceso?
4. ¿Qué pasa si durante la elaboración del diagrama de flujo se omiten transportes?
5. ¿Es posible a partir del diagrama de recorrido formular posibles mejoras al proceso?

Materiales

Lista de materiales a utilizar en la práctica del Sistema CIM.es la siguiente:

MATERIAL	UNIDADES	MATERIAL	UNIDADES
Materia prima negra	16	Resorte	19
Materia prima roja	15	Tapa azul	21
Materia prima gris	15	Cronómetros.	13
Pistón gris	7	Flexómetro	4
Pistón negro	14	Bus de Datos	1
		Laves	2

Materiales adicionales

Cada grupo de trabajo deberá traer los siguientes elementos:

1. Formato Guía N°2
2. Bata blanca
3. Carné Institucional

El docente deberá compartir con sus estudiantes:

4. El docente debe compartir con el estudiante previo a la práctica la guía de laboratorio No. 2.
5. Compartir con el estudiante el Proceso Estándar y video de funcionamiento del sistema No. 2

Procedimiento experimental

Durante la realización de esta práctica el estudiante pondrá en práctica lo visto en clase, el estudiante debe identificar de forma independiente los eventos relacionados al proceso del sistema CIM, con ayuda del flexómetro, realizar las medidas del sistema CIM, registra en el formato el diagrama con sus respectivas medidas. Para poder elaborar el diagrama de recorrido actual a partir de la programación diseñada para su grupo.

- Escuche atentamente la explicación del docente acerca de la correcta identificación de los eventos presentes en el proceso.
- Identifique cada estación de trabajo y su funcionamiento, que secuencia tiene, las operaciones requeridas e innecesarias y posibles mejoras que se puedan llevar a cabo al interior del proceso.
- Identifique cada subproceso, procedimiento, actividades y tareas que se llevan a cabo a lo largo del proceso.
- Identifique la materia prima empleada a lo largo del proceso y el producto terminado.

IMPORTANTE:

- ✓ **El operario debe estar atento para solucionar los atascos de la máquina (*Banda, estación 1 – Pistón*) y para la supervisión de la misma. (Para efectos del presente laboratorio los estudiantes son los operarios de este proceso)**
- ✓ **Si alguna de las estaciones se detiene, diríjase al panel de control de la estación y oprima el botón que este parpadeando, así el proceso se reanudará.**
- ✓ **Por ningún motivo realice movimientos sobre la estación cuando esta esté trabajando, con el fin de evitar impactos en el sistema.**
- ✓ **Cada vez que resetee las estaciones, retire la materia prima que este en proceso.**

PASO No 1.

- Observar una secuencia completa del proceso del CIM dada en el video.
- Identificar los diferentes eventos al interior del proceso (*operaciones, operación combinada, transporte, inspección, demora y almacenamiento*)
- Diligenciar el diagrama de Recorrido.

ESTOS RESULTADOS FUERON OBTENIDOS DE LA COMBINACIÓN 7:

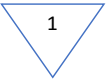













TESTING: Vertical


















HANDLING: Horizontal

ROBOT: Automatico

GUÍAS DE LABORATORIO Y PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA CIM MPS500 PARA SU USO EN PRÁCTICAS DE METODOS Y TIEMPOS EN LA FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES

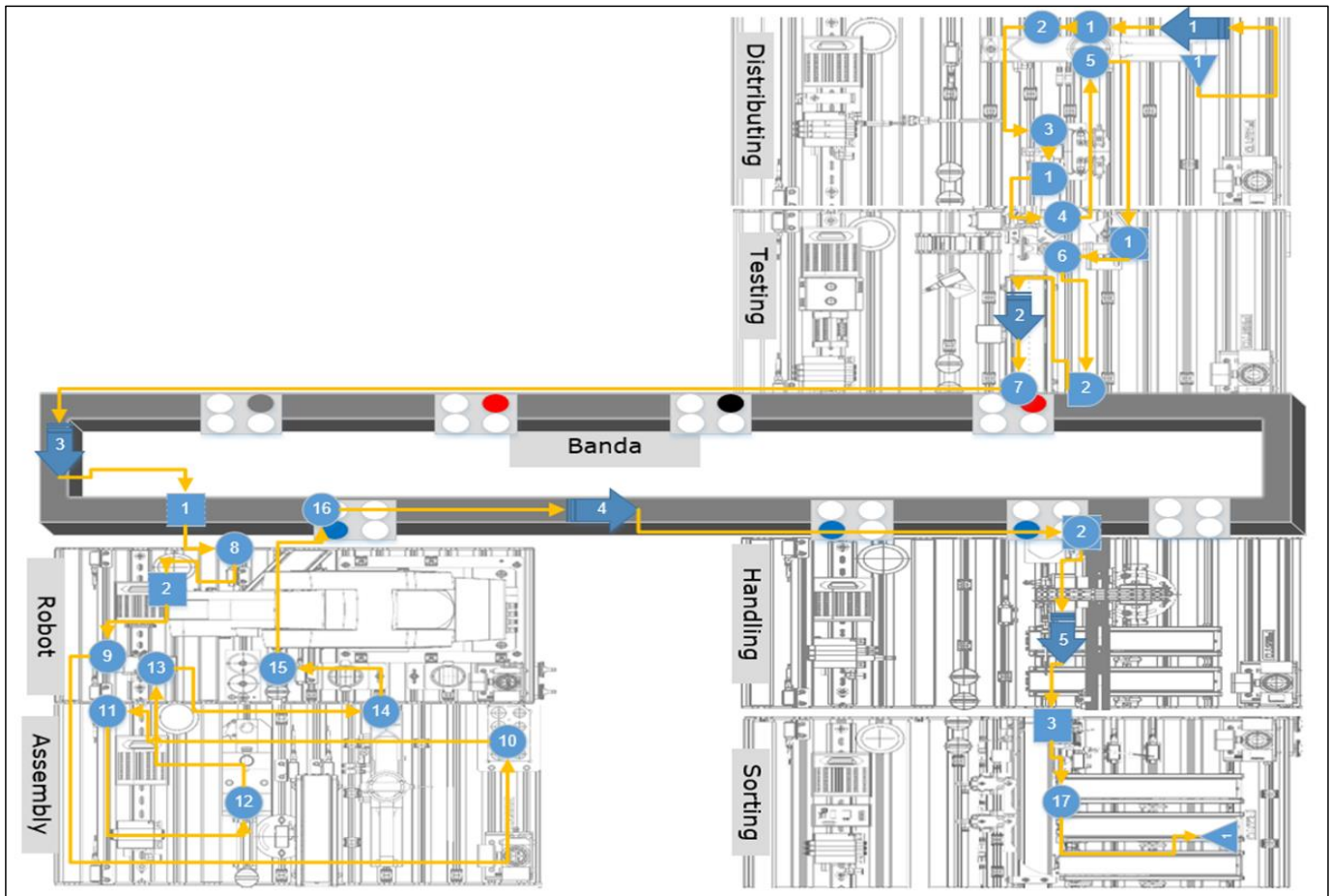
FACULTAD DE INGENIERÍA


OBJETO DEL DIAGRAMA	Reconocer las diferentes fases del proceso en cada una de las estaciones del CIM			DIAGRAMA No	1
DIBUJO No	1	PARTE No	1	DIAGRAMA DEL METODO	
EL DIAGRAMA EMPIEZA EN	Estación Distributing			ELABORADO POR	Karen Arce Laura Morales
EL DIAGRAMA TERMINA EN	Estación Sorting			FECHA	20-may-16
				HOJA	1
DIST EN METROS	TIEMPO EN min	SIMBOLOS		DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	
-	-			Salida de materia prima a producción	
0,1	0,0375			Llevar Cilindro magazine a Posición inicial	
-	0,0250			Hacer avanzar el cilindro de alimentación del Magazine.	
-	0,0593			Recoger pieza por brazo mecánico	
-	0,0227			Colocar pieza en la estación Testing por brazo mecanico	
-	0,0200			Esperar para estabilización de la pieza antes de soltar	
-	0,0225			Activar tiempo de soplo para soltar pieza	
-	0,0227			Retomar brazo mecánico a posición inicial	
-	0,0210			Inspeccionar que hay pieza por los sensores, rechazando piezas negras	
	0,0227			Subir pieza de color en ascensor	
-	0,0210			Esperar llegada de pallet a estación Testing	
0,1	0,0352			Llevar piston afuera	
-	0,0232			Depositar pieza en el carro de la banda	
3,02	0,5467			Transportar la pieza por pallet a estación de Robot	

-	0,0377		Inspeccionar llegada del carro con la pieza por sensores
-	0,0280		Levantar pieza por brazo robótico
-	0,0568		Inspeccionar el color de la pieza
-	0,0232		Colocar pieza en guía de ensamble
-	0,1613		Recoger pistón por brazo robótico
-	0,0280		Ensamblar en la pieza inicial.
-	0,0727		Recoger resorte por brazo robótico
-	0,0220		Ensamblar resorte en la pieza inicial
-	0,0608		Recoger tapa por brazo robotico
-	0,0172		Ensamblar tapa
-	0,0225		Tomar pieza terminada y depositarla en el pallet
3,02	0,3070		Transportar pieza a la estación Handling
-	0,0210		Recoger pieza terminada e inspeccionar
-	0,0427		Llevar pieza terminada a estación Sorting
-	0,0457		Verificar color de la pieza
-	0,0222		Clasificar según color.
-			Producto terminado.

EVENTO	NUMERO	TIEMPO	DISTANCIA
OPERACIONES	17	0,6558	-
INSPECCIONES	3	0,1402	-
OPERACIONES COMBINADAS	2	0,0420	-
TRANSPORTE	5	0,9690	6,04
RETRASOS	2	0,0410	-
ALMACENAMIENTO	1	-	-
DESALMACENAMIENTO	1	-	-

DIAGRAMA DE RECORRIDO



	03	ESTUDIO DE TIEMPOS, MÉTODO DE PARAR Y OBSERVAR		
	Programa:	Ingeniería Industrial	Materia:	Ingeniería de métodos Y Tiempos
	Docente:		Código:	II0198
	Versión:	1	Año:	

Objetivos

Objetivo General

Elaborar un estudio de tiempos para una programación del CIM, con el método de parar y observar.

Objetivos Específicos

- Identificar de forma independiente los eventos relacionados al proceso.
- Realizar 10 ciclos de tiempo con el estudio de tiempos del método de parar y observar.
- Plasmar en el formato el diagrama con sus respectivos tiempos.
- Encontrar el tamaño de muestra que satisfaga el error de muestreo.

Conceptos relacionados

Los temas a leer antes de realizar esta práctica son:

Desviación estándar, intervalo de confianza I , I_M , la relación de confianza de I , I_M , número de observaciones requeridas, tener en cuenta el libro Manual de tiempos y movimientos autor: Camilo Janania Abrahan Capítulo 6

Preguntas orientadoras

1. ¿Qué es productividad?
2. ¿Cuáles son los factores de los cuales depende la productividad?
3. ¿Cuál es la diferencia que existe entre tiempo normal y el tiempo de ciclo?
4. ¿Para qué sirve el método de parar y observar?
5. ¿Qué es tiempo estándar y para qué sirve?
6. ¿A qué nos referimos al hablar del tamaño de la muestra?
7. ¿Cuál es la relación que se utiliza para determinar el tamaño de la muestra?
8. ¿Qué es el factor de calificación?
9. ¿Cuáles son los métodos de calificación que existen?
10. ¿Cuáles son los dos métodos de incentivos?

Materiales

Lista de materiales a utilizar en la práctica del Sistema CIM.es la siguiente:

MATERIAL	UNIDADES	MATERIAL	UNIDADES
Materia prima negra	16	Resorte	19
Materia prima roja	15	Tapa azul	21
Materia prima gris	15	Cronómetros.	13
Pistón gris	7	Flexómetro	4
Pistón negro	14	Bus de Datos	1
Mesa de Trabajo	1	Laves	2

Materiales adicionales

El docente deber traer los siguientes elementos:

1. Formato Guía No. 3
2. Bata blanca
3. Carné Institucional

El docente deberá compartir con sus estudiantes:

1. El docente debe compartir con el estudiante previo a la práctica la guía de laboratorio No. 3.
2. Compartir con el estudiante el Proceso Estándar y video de funcionamiento del sistema No. 3.

Procedimiento experimental

Durante la realización de esta práctica el estudiante pondrá en práctica lo visto en clase, el estudiante debe identificar de forma independiente los eventos relacionados al proceso del sistema CIM, con ayuda del cronometro, realiza 10 tomas de tiempos del proceso, registra en el formato para estudio de tiempo con sus respectivos tiempos en minutos. Para determinar el tiempo estándar con tolerancia predeterminada de 40 minutos de un día de trabajo de 8 horas a partir de la programación diseñada para su grupo.

- Identifique cada estación de trabajo y su funcionamiento, que secuencia tiene, las operaciones innecesarias y mejoras a realizar.
- Identifique cada proceso y subproceso.
- Identifique materia prima y producto terminado.
- Realice la toma de tiempos de un ciclo completo del proceso y registre en el formato de tiempos.

IMPORTANTE:

- ✓ **El operario debe estar atento para solucionar los atascos de la máquina (*Banda, estación 1 – Pistón*) y para la supervisión de la misma.**
- ✓ **Si alguna de las estaciones se detiene, diríjase al panel de control de la estación y oprima el botón que este parpadeando.**
- ✓ **Por ningún motivo realice movimientos sobre la estación cuando esta esté trabajando, lo anterior para evitar impactos con el sistema.**
- ✓ **Cada vez que resetee las estaciones, retire la materia prima que este en proceso.**

Resultado experimental

ESTOS RESULTADOS FUERON OBTENIDOS DE LA COMBINACIÓN 3:

TESTING: Vertical

HANDLING: Vertical

ROBOT: Manual

Según lo observado en el formato describir:

- Que hace el sistema CIM
- Las etapas que identifico a lo largo del ciclo
- Tomar 10 ciclos de cada una de esas etapas

FACTOR DE CALIFICACION					
	HABILIDAD	ESFUERZO	CONDICIONES	CONSISTENCIA	TOTAL
1	B1	B2	A	B	1,28
	0,11	0,08	0,06	0,03	
2	B2	B1	B	B	1,25
	0,08	0,1	0,04	0,03	
3	C2	C1	B	C	1,13
	0,03	0,05	0,04	0,01	
4	B2	C1	C	A	1,19
	0,08	0,05	0,02	0,04	
5	C2	B2	B	C	1,16
	0,03	0,08	0,04	0,01	
6	A1	B1	A	B	1,32
	0,13	0,1	0,06	0,03	
7	A2	B2	B	A	1,29
	0,13	0,08	0,04	0,04	

PRIMER ELEMENTO

$$F_C = 0.11 + 0.08 + 0.06 + 0.03 + 1$$

$$F_C = 1.28$$

SEGUNDO ELEMENTO

$$F_C = 0.08 + 0.1 + 0.04 + 0.03 + 1$$

$$F_C = 1.25$$

TERCER ELEMENTO

$$F_C = 0.03 + 0.05 + 0.04 + 0.01 + 1$$

$$F_C = 1.13$$

CUARTO ELEMENTO

$$F_C = 0.08 + 0.05 + 0.02 + 0.04 + 1$$

$$F_C = 1.19$$

QUINTO ELEMENTO

$$F_C = 0.03 + 0.08 + 0.04 + 0.01 + 1$$

$$F_C = 1.16$$

SEXTO ELEMENTO

$$F_C = 0.13 + 0.1 + 0.06 + 0.03 + 1$$

$$F_C = 1.32$$

SEPTIMO ELEMENTO

$$F_C = 0.13 + 0.08 + 0.04 + 0.04 + 1$$

$$F_C = 1.29$$

GUÍAS DE LABORATORIO Y PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA CIM MPS500 PARA SU USO EN PRÁCTICAS DE METODOS Y TIEMPOS EN LA FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES

FACULTAD DE INGENIERÍA

HOJA DE OBSERVACIONES PARA ESTUDIO DE TIEMPO

Identificación de la operación	Reconocer las diferentes fases del proceso en cada una de las estaciones del CIM											Fecha: 08-Abril-2016					
Hora inicial: 16:00	Operador: Karen Arce Alarcon y Laura Natalia Morales Trujillo					Observador: Karen Arce Alarcon y Laura Natalia Morales Trujillo					Aprobado por: Ingenieria de Metodos y Tiempos						
Hora final: 18:00																	
Descripción del elemento		CICLOS (min)										Resumen					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ΣT	\bar{T}	F_c	T_N		
Recoger pieza y dejar en la estación 2	T	0,13	0,11	0,10	0,10	0,12	0,13	0,11	0,11	0,10	0,13	1,133	0,113	1,280	0,145		
	L	0,13	1,59	2,92	4,29	5,67	7,07	8,59	9,97	11,41	12,85						
verificar el color de pieza si es negra la rechaza y la de color roja y plateada la deja en banda	T	0,16	0,11	0,12	0,12	0,12	0,16	0,12	0,12	0,12	0,12	1,278	0,128	1,250	0,160		
	L	0,28	1,70	3,04	4,41	5,79	7,23	8,70	10,09	11,53	12,98						
Transportar a estación robot	T	0,49	0,49	0,49	0,52	0,49	0,50	0,49	0,51	0,51	0,48	4,966	0,497	1,130	0,561		
	L	0,77	2,19	3,54	4,93	6,28	7,73	9,20	10,59	12,04	13,46						
Ensambla manualmente	T	0,13	0,11	0,10	0,10	0,12	0,13	0,11	0,11	0,10	0,13	1,133	0,113	1,190	0,135		
	L	0,90	2,30	3,64	5,03	6,40	7,86	9,31	10,70	12,14	13,58						
Transportar a estación 3	T	0,32	0,29	0,31	0,29	0,30	0,33	0,30	0,29	0,33	0,30	3,071	0,307	1,160	0,356		
	L	1,21	2,59	3,96	5,32	6,70	8,19	9,61	10,99	12,47	13,89						
Recoge pieza ensamblada y si es de color negro las rechaza si es roja o plateada dejar en estación 4	T	0,18	0,16	0,16	0,16	0,17	0,20	0,19	0,23	0,19	0,19	1,824	0,182	1,320	0,241		
	L	1,40	2,75	4,11	5,48	6,87	8,38	9,80	11,23	12,66	14,08						
Clasificar piezas según color	T	0,08	0,07	0,07	0,07	0,08	0,09	0,06	0,08	0,07	0,74	1,416	0,142	1,290	0,183		
	L	1,48	2,82	4,18	5,55	6,94	8,48	9,86	11,31	12,73	14,82						
Tn= Tiempo normal (min)=		1,7802										Tiempo estándar (min)= 0,3254				MINUTOS POR CICLO 1,7802	
minutos (min)		60															
S= Tolerancia o suplemento (min)=		40															
T1=Turno 1 (min)		480															

I) Calcular el tiempo normal:

$$T_N = \bar{T} * F_C$$

$$T_{N1} = 0.113 * 1.280 = 0.145 \text{ minutos}$$

$$T_{N2} = 0.128 * 1.250 = 0.160 \text{ minutos}$$

$$T_{N3} = 0.497 * 1.130 = 0.561 \text{ minutos}$$

$$T_{N4} = 0.113 * 1.190 = 0.135 \text{ minutos}$$

$$T_{N5} = 0.307 * 1.160 = 0.356 \text{ minutos}$$

$$T_{N6} = 0.182 * 1.320 = 0.241 \text{ minutos}$$

$$T_{N7} = 0.142 * 1.290 = 0.183 \text{ minutos}$$

Total para el ciclo = 1.7802 minutos

II) Determinar el tiempo estándar con la tolerancia predeterminada en clase de un turno de 8H, y obtener lo siguiente:

$$Ts = Tn + \frac{S/dia}{\left(\frac{T1 - S}{Tn}\right)} \longrightarrow Ts = 1.7802 + \frac{40/1}{\left(\frac{480 - 40}{1.7802}\right)}$$

$$\longrightarrow Ts = 1.7802 + \frac{40}{(247.16)}$$

$$\longrightarrow Ts = 1.7802 + 0,1618$$

$$\longrightarrow Ts = 1.9420 \text{ Minutos}$$

$$Ts = \frac{T1/dia}{\left(\frac{T1 - S}{Tn}\right)} \longrightarrow Ts = \frac{480/1}{\left(\frac{480 - 40}{1.7802}\right)}$$

$$\longrightarrow Ts = \frac{480}{(247.16)}$$

$$\longrightarrow Ts = 1.9420 \text{ minutos}$$

$$T_s = T_n + T_n \left(\frac{S}{T_1 - S} \right) \quad \longrightarrow \quad T_s = 1.7802 + 1.7802 \left(\frac{40}{440} \right)$$

$$\longrightarrow \quad T_s = 1.7802 + 1.7802(0,0909)$$

$$\longrightarrow \quad T_s = 1.9420 \text{ minutos}$$

Calcular el tamaño de la muestra y obtener lo siguiente:

III) Desviación estándar:

$$S = \sqrt{\frac{\Sigma T^2 - \frac{(\Sigma T)^2}{M}}{M-1}} \quad \longrightarrow$$

	CICLOS										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ΣT
	1,48	1,34	1,36	1,37	1,39	1,53	1,38	1,45	1,42	2,09	14,819
ΣT²	2,19	1,80	1,86	1,87	1,94	2,35	1,90	2,11	2,01	4,38	22,408

S=Desviación estándar
T=Tiempo
M=Muestra

$$\longrightarrow \quad S = \sqrt{\frac{22,408 - \frac{(14,819)^2}{10}}{9}}$$

$$\longrightarrow \quad S = 0,22304$$

IV) Intervalo de confianza I_M :

$$I_M = 2 T_{0,90} \left(\frac{S}{\sqrt{M}} \right) \quad \longrightarrow \quad I_{10} = 2(1,83) \left(\frac{0,01475}{\sqrt{10}} \right)$$

I_M = Intervalo de confianza
 $T_{0,90}$ =T de Student para
coeficiente de confianza del 90%
S=Desviación estándar

$$\longrightarrow \quad I_{10} = 366(0,004664)$$

$$\longrightarrow \quad I_{10} = 0,01707$$

V) Intervalo de confianza I

$$I = 2 * 0.05 \bar{T} \longrightarrow I = 2 * 0,05(1,482)$$

I = Intervalo de confianza

$$\bar{T} = \text{Media de los tiempos} \longrightarrow I = 0,1482$$

VI) La relación de I_M, I

Si I_M es igual o menor que $I(I_M \leq I)$ el intervalo de confianza especificado, la muestra de M observaciones satisface los requerimientos del error de muestreo.

Si I_M es mayor que $I(I_M > I)$, se requieren observaciones adicionales, o sea, calcular N.

I_M ES MENOR QUE I, LO QUE SUGIERE QUE LA MUESTRA DE 10 OBSERVACIONES SATISFACE LOS REQUERIMIENTOS DEL ERROR DE MUESTREO.

VII) Número de observaciones requeridas:

$$N = \frac{4(t_{0,90})^2 s^2}{I^2} \longrightarrow N = \frac{4(1,83)^2 (0,01475)^2}{(0,1482)^2}$$

$$\longrightarrow N = \frac{4(3,3489) (0,000217)}{0,02196}$$

$$\longrightarrow N = \frac{0,00291}{0,02196}$$

$$\longrightarrow N = 0,13269$$

F. Anexo: Opinión de los Estudiantes acerca de la práctica

GUÍAS DE LABORATORIO Y PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA CIM MPS500 PARA SU USO EN PRÁCTICAS DE METODOS Y TIEMPOS EN LA FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES

Fecha: 26 Abril 2016.

Hora de Inicio: 8:30 am.

Hora de Finalización: 10:45 am.

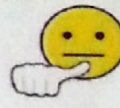
Duración:

Nombre de la actividad: Prueba piloto guía laboratorio #3 Métodos y tiempos

Nombre del Facilitador: Laura Morales, Karen Arce, Nohra Lopez

Lugar: Laboratorio 403 Caldas.

Nº	Documento de Identidad	Nombre	Código	Firma
1	1030671189	Elián Moreno	201410065603	<i>[Signature]</i>
2	1023960401	Sebastian Cadena	201410035603	<i>Sebastian Cadena</i>
3	1023957220	Carolina Gomez		<i>Yurisel Gomez</i>
4	1233891559	Julian Rodriguez	201410036603	<i>Julian R.</i>
5	1030670517	Thao Dennis S	201410029603	<i>Thao Dennis</i>
6	1019438463	Nicolas Garcia	201210449603	<i>Nicolas Garcia</i>
7	1073514349	LESLY EIZMÁN	201210107603	<i>Lesly Eizman</i>
8	1020819077	DANIELA HARRIQUE	201110031603	<i>Daniela Harrique</i>
9	1015465027	Ivan Bernal	201410030603	<i>Ivan Bernal</i>
10	1012442707	Angie Duiz	201410018603	<i>Angie Duiz</i>
11	101824287	Duran Cardona	201410041603	<i>[Signature]</i>
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				



Bibliografía

Camilo Abraham. *Manual de tiempo y movimientos*.

Pérez Abraham. Sistemas de manufactura. *Instituto Politenico Nacional*, pages 1–20, 1995.

Ricardo Altamiro and Lopez Pascual. Sistema integrado de manufactura - SIM. *Acta Nova*, 3:1–8, 2007.

Jose Alvarado and Polivio Onofa. *Desarrollo de una guía de prácticas de laboratorio para el mps 516 – fms de festo de la carrera de electrónica de la universidad politécnica salesiana*. PhD thesis, 2011.

Cesar Augusto and Ladino Pabon. *Caracterización de formas y colores para la clasificación de objetos en una calle de selección automatizada por computador*. PhD thesis, 2008.

Fundamentos Y Conceptos Basicos. Sistemas integrados. *ITCH II*, pages 1–19, 1983a.

Fundamentos Y Conceptos Basicos. Sistemas integrados. *ITCH II*, pages 1–32, 1983b.

E.a Bryan Bryan L.A. *Programmable controllers - Theory and implementation*. 1997. ISBN 094410732X.

Victor Cely and Ulises Antón. *Diseño e implementación de un sistema de supervisión y control didáctico para el laboratorio de fabricación flexible -mps de la ups-g*. PhD thesis, 2013.

Ricardo Chalmeta, Christina Campos, and Reyes Grangel. References architectures for enterprise integration. *Journal of Systems and Software*, 57(3):175–191, 2001. ISSN 01641212. doi: 10.1016/S0164-1212(01)00008-5.

Fernando Fuentes. Apunte sobre métodos y tiempos. *Universidad De Talca Facultad De Ingeniería Apunte*, page 32, 2012.

Mikell Groover. *Fundamentos de manufactura moderna*. 1985. ISBN 9789701062401.

Mikell Groover. *Automation, Production Systems, and Computer Integrated Manufacturing*. 2007. ISBN 9789701062401.

A Janania. *Manual de tiempo y movimientos, Ingeniería de métodos*. 2008.

- Ricardo Jiménez. Manufactura Integrada por Computadora (CIM). In *Ingeniería de manufactura*, pages 1–19.
- Ivan Lema, Tierra, and Silvia. Escuela superior politécnica de chimborazo facultad de informática y electrónica escuela de ingeniería electrónica en control “ diseño e implementación de una estación de cilíndricas por medio de un plc ” previa a la obtención de título de : ingeniero en. *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*, pages 1–170, 2013.
- H.B Maynard. *Desviador 1 desviador 2 switch 2*. 1960.
- Mendeley, 2016. URL <https://www.mendeley.com/>.
- F. E. Meyers. Estudio de tiempos y movimientos,. *Pearson Educación*.
- I.K Morales. Blogger, 2015. URL <http://ingkarentmorales.blogspot.com/2011/01/introduccion-al-estudio-de-tiempos-y.html>.
- Christiam Navarro. *Sistemas de ejecución de manufactura en la fabricación integrada por computador y prácticas de laboratorio de sistema SCADA*. PhD thesis, 2010.
- A. C. Neira. *Técnicas de medición del trabajo*,.
- Benjamin W. Niebel and Andris Freivalds. *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. 2004. URL <https://books.google.com/books?id=3A-fRAAACAAJ{&}pgis=1>.
- Alquilino Penin. Estación Montaje. *Manual de Funcionamiento FESTO*, page 1, a.
- Alquilino Penin. Cilindro de expulsión ventosa de sujeción por vacío vacuum suction cup. *Manual de Funcionamiento FESTO*, page 1, b.
- Alquilino Penin. Datum 12.02.02 Bearb. EXT. *Manual de Funcionamiento FESTO*, page 1, c.
- Alquilino Penin. Desviador 1 desviador 2 switch 2. *Manual de Funcionamiento FESTO*, page 1, d.
- Alquilino Penin. Electric_Circuit_Diagram_Robot.pdf. *Manual de funcionamiento FESTO*, e.
- Alquilino Penin. E7-Esquemas_Electricos_Omron.pdf. *Manual de Funcionamiento FESTO*, f.
- Alquilino Penin. E6-Esquemas_Electricos.pdf. g.
- Alquilino Penin. E4-Esquemas_Electricos_Omron.pdf. *Manual de funcionamiento FESTO*, h.

- Alquilino Penin. 164 Cim Enterprise Modeling Methodologies 00873396.Pdf. *Manual de funcionamiento FESTO*, i.
- Alquilino Penin. E1-Esquema_Electrico_Omron.pdf. *Manual de Funcionamiento FESTO*, j.
- Alquilino Penin. E2-Esquema_Electrico_Omron.pdf. *Manual de Funcionamiento FESTO*, k.
- Alquilino Penin. Célula mps-c, estación distribucion. *Manual de Funcionamiento FESTO*, 53(9):1–69, 2003a. ISSN 1098-6596. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- Alquilino Penin. Célula mps-c, estación manipulacion. *Manual de Funcionamiento FESTO*, pages 1–67, 2003b.
- Alquilino Penin. Célula mps-c, estación robot. *Manual de Funcionamiento FESTO*, pages 1–101, 2003c.
- Alquilino Penin. Célula mps-c, estación verificación. *Manual de Funcionamiento FESTO*, 53(9):1–75, 2003d. ISSN 1098-6596. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- Alquilino Penin. Célula mps-c, estación clasificación. *Manual de Funcionamiento FESTO*, 2003e. URL www.festo.com/didactic.
- Alquilino Penin. Célula mps-c, estación montaje. *Manual de Funcionamiento FESTO*, 53(9):1–81, 2013. ISSN 1098-6596. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- P Radhakrishnan, S Subramanyan, and V Raju. *Cad Cam Cim*. 2008. ISBN 9788122427110. URL [http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cbdv.200490137/abstract\\$%delimeter"026E30F\\$nhhttp://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=LITRsQJaf80C&oi=fnd&pg=PA1&dq=CAD+CAM+CIM&ots={_}xmwIaPium&sig=PhWqJspXCjwD1WDY0fDZ{_-}CC5EoI\\$%delimeter"026E30F\\$nhhttp://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=LITRsQJaf80](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cbdv.200490137/abstract$%delimeter).
- G González Rey and J Wellesley-bourke Funcasta. Una experiencia docente en el empleo de los simuladores gráficos en el desarrollo de prácticas de laboratorios de Sistemas Integrados de Manufactura . 2:1–12, 2004.
- David Reyes and Edison Navaez. *Análisis, diseño e implementación para el control del proceso de nivel y de presión mediante un sistema de lógica difusa, en la cpu edutrainer® compact s7-313c, realizando un sistema hmi/scada para el módulo mps pa compact workstation, vía comunicación mp*. PhD thesis, 2013.
- Cesar Rodriguez and Diego Tenelema. *“Diseño, dimensionamiento y selección de una estación de giro (turn over)*. PhD thesis, 2014.

Oswaldo Rojas and Julio Salas. Producción automatizada.

S T R Str and S S R Ssr. Guía sobre seguridad técnica Soluciones neumáticas y eléctricas. *Manual de Funcionamiento FESTO*.

Edwin Vilema. “*diseño e implementación de un sistema para el monitoreo de procesos industriales vía internet. caso práctico: proyecto brazo transportador de la eis*”. PhD thesis, 2011.

Luis Villacrés and Andrés Morocho. Análisis comparativo de las piezas producidas mediante la verificación de parámetros preestablecidos en una línea automatizada”. *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*, 1:1–187, 2014. URL <http://dspace.esPOCH.edu.ec/>.